

MÉMOIRE

SUR

LE POLYMORPHISME DES CHAMPIGNONS;

PAR

ALFRED GILKINET,

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES.

Devise :

Pour trouver la preuve qu'un organisme est un degré de développement ou un produit du développement d'un autre organisme, il faut examiner la continuité organique qui doit, une fois à un temps donné, exister entre deux états de développement d'une espèce.

DE BARY (*Virchow und Hirsch Jahresbericht*, etc., II Jahr., II Bd. 1^{re} Abth. ; 1867).

(Couronné par la classe des sciences de l'Académie le 15 décembre 1874.)

PRÉFACE.

Au commencement de 1875, l'Académie royale de Belgique maintenait au concours la question suivante :

« Le polymorphisme des champignons attire de plus en plus l'attention des botanistes et des physiologistes; il semble même devoir fournir des éléments nouveaux à la solution du problème de la vie en général. On demande :

» 1° Un résumé critique, succinct des observations connues relativement au polymorphisme des Mucédinées;

» 2° La détermination exacte — ne s'appliquerait-elle qu'à une seule espèce — de la part qui revient d'abord à la propre nature du végétal (à son énergie spécifique), ensuite aux conditions extérieures de son développement;

» 3° La preuve positive ou la négation suffisante du fait que les champignons de ferment (*Micrococcus*, *Zoogloea*, *Palmella*, *Leptothrix*, *Arthrocooccus*, *Mycoderma*, etc.), dans des circon-

stances quelconques, peuvent se transformer en champignons supérieurs. »

Lorsque, résolu à répondre à cette question, nous l'avons examinée attentivement, nous nous sommes trouvé arrêté dès l'abord par des difficultés de deux espèces, les unes inhérentes à la division de la question, à la façon dont elle est posée; les autres, à certaines expressions qu'elle renferme, et sur le sens desquelles nous devions être fixé avant de tracer le plan de notre réponse. — Nous croyons nécessaire de passer brièvement en revue ces difficultés et d'exposer la manière dont nous les avons tournées.

Et d'abord, la question est-elle posée d'une façon complètement impartiale? Attend-elle une réponse négative, aussi bien qu'une réponse positive? Fournit-elle aux partisans du polymorphisme et à ses adversaires un canevas sur lequel ils puissent broder avec le même avantage les uns que les autres? — Nous n'hésitons pas à dire non. — Admettons, en effet, qu'un mémoire remis à l'Académie soutienne le polymorphisme, et soit consacré à sa défense; il trouve dans les trois divisions de la question posée un terrain parfaitement préparé et qui lui permet de développer son système d'une façon méthodique et rationnelle. Dans la première partie (résumé critique de la littérature), il fait ressortir la justesse des observations qui ont fondé la théorie du polymorphisme; il peut y prouver que cette théorie repose sur des bases solides, sur des écrits présentant toute l'exactitude voulue; il confirme les expériences. — Dans la deuxième partie (détermination de la part qui revient au végétal et de celle qui revient aux conditions extérieures de son développement), il peut étendre le cycle des formes trouvées pour un champignon par les auteurs qui l'ont précédé, et reculer les limites des transformations possibles, aussi loin que le lui permettent les résultats de ses expériences.

Si la deuxième partie réclame l'histoire complète d'une ou de plusieurs espèces, la troisième partie se contente d'un fragment de cette histoire; elle ne porte que sur la transformation des ferments en champignons supérieurs, quels qu'ils soient. Dans ce paragraphe trouveront place toutes les observations spéciales qui ne peuvent, vu leur caractère incomplet, entrer dans le § II.

Pour un partisan du polymorphisme donc, la question est parfaitement ordonnée, et permet de faire valoir en faveur de cette théorie tous les arguments possibles.

Supposons maintenant qu'un mémoire (et c'est le cas pour celui-ci) donne une réponse tout opposée; supposons que l'auteur dans sa *Revue critique de la littérature* prouve à l'évidence que les polymorphistes se sont fourvoyés, que la théorie qu'ils ont fondée repose sur des faits inexacts, sur des observations inattentives; s'il prouve que pas un des faits avancés à l'appui du polymorphisme ne résiste à un examen sérieux, que peut-on lui demander de plus? N'a-t-il pas élucidé la question?

Le § II intéressait dans le cas d'une réponse positive; il fixait la qualité du substratum qui répondait à une forme déterminée; il donnait grain par grain la quantité des éléments qui faisaient sortir d'une spore une espèce ou bien une autre; avec cinq centigrammes, on obtenait un *Micrococcus*, avec un gramme, un *Penicillium* ou un *Mucor*; l'intérêt se concentrait même exclusivement sur cette partie du travail qui indiquait le moyen de produire à volonté telle ou telle forme. — Dans le cas d'une réponse négative, l'histoire du végétal sera dégagée des oripeaux polymorphistes, et, par conséquent, elle sera simple; l'énergie propre du champignon ne s'exercera que dans les limites étroites de l'espèce.

Les circonstances extérieures n'auront sur lui d'autre influence

que celle qu'elles exercent sur un végétal supérieur; elles le feront prospérer, le laisseront végéter pauvrement ou empêcheront son développement; tout au plus amèneront-elles une variation dans ses organes de végétation, sans que les modifications dépassent celles que le milieu fait subir à certaines phanérogames aquatiques dont les feuilles se transforment, suivant qu'elles doivent plonger dans l'eau ou bien nager à sa surface.

Si nous examinons maintenant la troisième partie de la question, au point de vue d'une réponse négative, nous voyons de suite qu'elle n'est qu'une réduplication. Vous demandez si les champignons de ferment se transforment en champignons supérieurs! et je viens de prouver que les auteurs qui ont avancé ce fait ont tiré leurs conclusions d'observations erronées. J'ai prouvé que tous les cas cités étaient faux; j'ai rempli ma tâche; produisez un fait nouveau, je le combattrai; dois-je discuter une théorie basée sur des fondements que j'ai démontrés n'exister pas?

Ceci posé, il nous a paru que pour respecter autant que possible la division indiquée dans la question, en la conciliant avec les exigences d'une réponse précise, nous pouvions ordonner ainsi notre travail: dans la première partie, résumer la littérature sans nous appesantir sur la réfutation de certains ouvrages, tels que ceux de Hallier, de Pouchet, etc. Une réfutation collective, telle qu'elle sera faite à la fin de cette première partie, est plus que suffisante pour des ouvrages que la science a refusé d'admettre dans son domaine.

La deuxième partie ne renfermera, au point de vue qui nous occupe, que des arguments négatifs: incapacité complète pour ces champignons de se transformer en tels ou tels autres; incapacité de se transformer en levûre; incapacité pour la plupart de produire la moindre fermentation. Elle empruntera cependant un

intérêt scientifique à la nouveauté des documents employés pour la rédiger et dont une partie date de cette année 1874 même.

Dans la troisième partie, enfin, nous traiterons des champignons de ferment en général, et, jetant un regard rétrospectif sur les Mucorinées qui peuvent, dans des limites restreintes, agir comme eux, nous comparerons ces différents organismes, nous montrerons les caractères distinctifs nombreux qui les séparent, et nous indiquerons la source de la confusion qui a longtemps existé dans leur histoire. Cette troisième partie ne mérite guère d'être distinguée de la deuxième dont elle pourrait composer un chapitre; pour l'individualiser quelque peu, nous avons cru bien faire de nous occuper des fermentations d'une façon plus complète que ne l'exigeait le polymorphisme lui-même; nous espérons que l'on ne nous reprochera pas de nous être un peu appesanti sur cette question qui, grâce aux travaux de Reess, de Brefeld, de Cohn, de Cienkowski, etc., commence à sortir des ténèbres dans lesquelles elle est restée longtemps plongée.

Il nous reste encore à fixer la signification d'un terme renfermé dans la question : « On demande un résumé critique succinct des observations connues relativement au polymorphisme des *Mucédinées*. » Que fallait-il entendre par *Mucédinées* ?

Link ¹ partage sa classe des *Anandreae* (Champignons) en quatre ordres, *Epiphytes*, *Mucedines*, *Gasteromyces* et *Fungi*. Les *Mucedines* renferment à côté des formes maintenues dans les classifications plus récentes, telles que les *Sporotrichum*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Trichothecium*, *Oïdium*, etc., des *Urédinées* (*Rubigo*);

¹ F. H. LINK, *Observationes in ordines plantarum naturales Diss. I complectens Anandrarum ordines*. — *Gesellschaft naturforsch. Freund.*, in Berlin. *Magazin für die neuesten Entdeckungen in. d. gesamt. Naturk.*, 5. Jahrgang. Berlin, 1809.

les *Mucorinées*, ce qui est le point capital, en sont exclues. Un peu plus tard ¹, Link augmentait encore l'hétérogénéité de sa classification en réunissant les *Epiphytes* aux *Mucédinées*; celles-ci se trouvaient ainsi renfermer les genres : *Ustilago*, *Uredo*, *Uromyces*, *Accidium*, *Peridermium*, *Roestelia*, *Puccinia*, *Tremella*, etc. Les *Mucorinées* restent également exclues.

Nees ² adopte la classe des *Mucédinées* telle qu'elle a été formée en premier lieu par Link, en excluant toujours les *Mucorinées*.

Fries compose d'abord ³ les *Mucédinées* de douze familles; plus tard, ⁴ il n'en compte plus que trois; il est vrai que dans celles-ci rentrent la plupart des précédentes; il exclut les *Mucorinées*.

Berkeley ⁵ regarde comme *Mucédinées* toutes les moisissures, à l'exception des *Mucorinées*; il en est de même de la plupart de ses successeurs.

Enfin Fries ⁶, dans un écrit peu connu et que nous ne citons que pour mémoire, donnait, sans les développer, quelques traits d'une classification différente encore des précédentes. « La grande classe des Champignons, » disait-il, « peut être partagée en trois » divisions : 1° les champignons élémentaires, inférieurs, privés » de couche fructifère particulière, *Mucedines*; 2° les champi- » gnons proprement dits (*Fungi*) pourvus de sporophores exo- » sporiques; 3° les semi-champignons (*Mycetes ou Ascomycetes*) » qui ont des sporophores endosporiques. » Les défauts de cette

¹ *Ibid*, *ibid.*, 7. Jahrgang. Berlin, 1816.

² E. G. NEES VON ESENBECK, *Das System der Pilze und Schwämme*. Würzburg, 1817, II Abtheilung. (*Ueberblick des Systems*), p. 10.

³ FRIES, *Systema mycologicum*, p. 380. Greifswald, 1829.

⁴ *Ibid*, *Summa vegetab. Scandinav.* Holmiæ et Lipsiæ, 1849.

⁵ *Introduction to cryptogamic Botany*, p. 306; 1837.

⁶ FRIES, *Svamparnes Calendarium under medlersta Sveriges horizont*. — *Ofversigt a. Kongl. Vetenskaps. Akademiens Förhandling*, pp. 137-138; 1837.

classification sautent aux yeux, car les stérigmates des *Aspergillus*, *Penicillium*, etc., sont des sporophores exosporiques, au même titre que les basidies des *Agarics*; de plus, comme toutes les classifications qui adoptent la classe des *Mucedines*, elle répartit un grand nombre de champignons à la fois entre deux classes, la reproduction asexuelle devant être considérée comme *Mucédinée* (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Botrytis*, etc.) la reproduction sexuelle comme *Ascomycète* (*Eurotium*, *Sclerotium* du *Penicillium*, *Peziza*, etc.).

Jetons maintenant un regard sur l'ensemble des champignons considérés par ces auteurs comme *Mucédinées*; nous y trouvons des *Pyrenomycètes* (*Eurotium*, *Aspergillus*, *Erysiphe*, *Penicillium*); des *Discomycètes* (*Botrytis*), plus un grand nombre d'autres champignons (*Oïdium*, *Gonatobotris*, *Haplotrichum*, *Arthrobotris*, etc.) dont le développement est incomplètement étudié, mais qui, à en juger par leurs caractères connus, rentreront probablement dans les *Ascomycètes*; des *Péronosporées* dont l'évolution est aujourd'hui bien connue et qui forment une famille très-naturelle et très-caractérisée; enfin, tous les mycéliums indéterminés. Celui qui a suivi, même de loin, les progrès de la mycologie moderne comprendra qu'une classe composée d'éléments aussi hétérogènes ne pouvait continuer à exister en présence des découvertes des vingt dernières années; aussi la dénomination est-elle généralement abandonnée. Fuekel¹, sentant l'impossibilité de la maintenir, a rangé la partie des anciennes *Mucédinées* dont le développement est encore inconnu dans sa subdivision des *Incomplets*, classe transitoire, destinée à disparaître peu à peu et ne préjugant en rien la classification des champignons qu'elle renferme.

¹ *Symbolae mycologicae. Aus den Jahrbüchern des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahr 9, XXIII und XXIV.*

Il nous fallait cependant faire choix d'un système et nous avons adopté celui de Berkeley, le dernier venu et de beaucoup le plus généralement suivi, lorsque nous avons vu qu'il excluait les *Mucorinées*; or, ces dernières sont intimement liées à l'histoire du polymorphisme, dont elles forment pour ainsi dire la base, et ne pouvaient rester en dehors de la discussion. Cette lacune une fois constatée, il ne nous restait plus qu'à renoncer à l'idée de prendre le mot *Mucédinée* dans une acception scientifique même surannée, et à comprendre sous ce nom l'ensemble indéterminé de formes que les Allemands nomment *Schimmel* (moisissure). Cette façon de voir n'est pas de nature à modifier la question; nous sommes même persuadé qu'en interprétant aussi largement le texte, nous rentrons complètement dans les vues de l'Académie.

Nous devons seulement constater qu'en nous servant dans ce travail du nom *Mucédinée*, nous ne voulons pas tenter de restaurer une classification en ruine, et que nous n'y attachons que le sens représenté par le mot vulgaire et commode de moisissure (*Schimmel*).

MÉMOIRE

sur

LE POLYMOPHISME DES CHAMPIGNONS.

PREMIÈRE PARTIE.

Turpin et *Kützing* paraissent avoir introduit les premiers dans la science l'idée du polymorphisme des champignons. *Kützing*¹ croyait avoir assisté à la transformation de la levûre en *Sporotrichum* et en *Mucor* ; il figure même ces deux métamorphoses. Il se bornait à consigner ces faits sans en tirer de conclusion. Quant à *Turpin*², il prétendait d'abord que le globule de lait n'a qu'une vie purement végétale et se transforme par son développement en *Penicillium*. Plus tard, il construisait une théorie complète, et indiquait d'une façon nette et précise que les ferments pouvaient se transformer en champignons supérieurs. Dans son

¹ *Microscopische Untersuch. : über die Hefe und Essigmutter nebst mehreren andern dazu gehörigen vegetabilischen Gebilden.* (JOURNAL FÜR PRAKTIISCHE CHEMIE, herausgeg. von Otto Linné Erdmann. Leipzig, 1857.)

² *Comptes rendus, etc., t. V, pp. 822-857 ; 1857. Recherches microscopiques sur l'organisation et la vitalité des globules du lait, sur leur germination, leur développement et leur transformation en un végétal rameux articulé.*

Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et acéteuse ¹, il émet l'idée que les petits grains de fécule du tissu cellulaire du périsperme de l'orge « sont de véritables bulbilles intestinales et microscopiques, qui, sous certaines influences favorables à leur développement, peuvent germer et reproduire la plante mère, ou, étant isolées et plongées dans un liquide sucré, faire l'office de levûre en germant ou en végétant sous la forme très-amointrie d'une mucédinée filamenteuse; » il ajoute ² « qu'à mesure que se développe la fermentation du moût de bière les globules de levûre croissent et se compliquent d'articles; » il propose pour ces globules le nom de *Torula cervisiae*, en faisant remarquer « que ces petits végétaux ne sont que le premier état de ceux qui, n'étant point arrêtés dans leur végétation, et qui pouvant jouir de l'oxygène, constituent en s'achevant et en fructifiant le *Mycoderma cervisiae*, et plus tard le *Penicillium glaucum*. » Plus loin ³, il insiste sur son opinion : « les végétaux infusoires, dit-il, qui résultent de la germination des globules séminulifères des levûres restent incomplets, tant qu'ils sont plongés dans l'épaisseur du liquide; ils ne s'achèvent, ils ne se terminent, que lorsqu'ils peuvent s'élever au-dessus de la surface du liquide, et qu'ils parviennent à se mettre en communication avec l'oxygène; » et enfin ⁴ : « en cet état, véritables séminules vésiculaires, les globulins de la bière germent, s'allongent et végétent en mucédinée, dont le dernier terme de développement décèle un *Penicillium glaucum*. » — La question, on le voit, est clairement posée dans ces quelques lignes, et les données de *Turpin* contiennent en germe les prétendues transformations que découvriront plus tard les apôtres les plus ardents du polymorphisme; les *globulins* de *Turpin* sont les ancêtres des *Micrococcus* de *Hallier*.

Cependant, la théorie de *Turpin* ne paraît pas avoir rencontré

¹ *Mémoires de l'Acad. roy. des sciences de l'Institut de France*, t. XVII, p. 100; 1840.

² *Loco citato*, pp. 112, 115.

³ *Loco citato*, p. 141.

⁴ *Loco citato*, p. 171.

dans le principe l'accueil qu'elle obtint par la suite; elle était basée sur des expériences trop peu nombreuses pour qu'elle prît pied de prime abord dans la science; elle manquait d'un appui que vinrent lui donner, en apparence, les découvertes de *Tulasne* et de *de Bary*.

En effet, en 1851, *Tulasne*¹ émettait l'opinion, appuyée sur des observations nombreuses, que certaines productions du thalle des *Lichens* et des *Ascomycètes*, auxquelles il donne le nom de *Spermaties*, n'étaient pas des productions autonomes, ainsi qu'on l'avait cru jusqu'alors, et ne représentaient point à elles seules une espèce végétale entière; il faisait remarquer que le même stroma pouvait donner naissance d'abord aux spermaties et ensuite aux fructifications thécigères; il faisait aussi connaître une troisième espèce de spores, les stylospores, qui peut se produire sur le même mycélium. Ainsi, par exemple, les périthèces connus sous le nom de *Sphaeria Laburni*, sont entremêlés d'un hyménium formant des stylospores rapportées au genre *Sporocadus*; le même mycélium produit en outre des spermaties rapportées au genre *Cytispora*.

Bientôt après, *de Bary* élargissait le cercle des champignons à organes reproducteurs polymorphes, et démontrait que certains *Hyphomycètes* n'étaient rien d'autre que des formes de fructification d'*Ascomycètes*². Ces découvertes ranimèrent le feu du polymorphisme qui couvait sous la cendre; *Tulasne* et *de Bary* avaient reculé les limites de l'espèce; deux champignons, paraissant aussi complètement différents l'un de l'autre que l'*Aspergillus glaucus* et l'*Eurotium herbariorum*, se trouvaient n'être que des fructifications pouvant se développer sur un seul et même mycélium. Il y avait dans ces travaux, qui firent sensation dans la science, de quoi surexciter l'imagination des botanistes. L'imperfection relative des instruments micrographiques, l'absence de données

¹ *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*; séances des 24 et 31 mars 1851 et *Ann. des sciences naturelles*, 5^e sér., t. XV.

² *Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen*. Berlin, 1853. — *Botanische Zeitung*, p. 425; 1854.

quelque peu certaines sur la physiologie et la morphologie des champignons, le bouleversement que les récentes découvertes introduisaient dans la classification, la question des générations spontanées revenue sur le tapis et que n'avaient pas encore élucidée les expériences de *Pasteur*, toutes ces circonstances réunies contribuaient à former pour la mycologie une période de crise d'où sortit le polymorphisme.

Du polymorphisme des organes reproducteurs indiqué par *Tulasne et de Bary*, on passait au polymorphisme des espèces, des genres, à un polymorphisme, qui, avec *Hallier*, ne connut pour ainsi dire plus de bornes. La théorie de *Turpin* revenait à la surface et obtenait une faveur qu'elle n'avait pas eue jusqu'alors.

En 1852 déjà, *Spring*¹ publiait le résultat d'expériences faites par lui sur un petit champignon découvert dans un œuf de poule, et qui, inoculé à d'autres œufs, paraissait s'être métamorphosé dans des limites très-étendues. Le champignon primitif était composé uniquement de filaments mycéliens, « tellement enchevêtrés, qu'il était impossible de découvrir des organes de fructification qui permissent une détermination botanique. » C'est ce mycélium indéterminé, appartenant à une ou plusieurs espèces, que *Spring* inoculait à des œufs frais; il obtenait successivement des formes auxquelles il donnait les noms de *Periconia ramosa*, *Periconia pulverulenta*, *Aspergillus incrassatus*, *Aspergillus glaucoïdes*, *Sporotrichum sulphureum*, *Hemiscyphæ trigemina*, *Mucor*, *Penicillium glaucum*; il rencontrait, de plus, un mycélium rayonnant indéterminé (§ X). Les figures données par *Spring* sont complètement insuffisantes, même pour permettre de déterminer les formes rencontrées par lui; son *Sporotrichum sulphureum* n'est qu'un amas de filaments mycéliens et de spores isolées; son mycélium rayonnant (§ X) paraît produit par la germination d'un amas central de spores, peut-être de *Penicillium*; le *Periconia pulverulenta* ressemble assez au mode de crois-

¹ *SPRING, Des champignons qui se développent dans les œufs de poule. (BULLETIN DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XIX, 1^{re} part, p. 573; 1852.)*

sance du *Penicillium* connu sous le nom de *Coremium*. Quoi qu'il en soit, et indépendamment du procédé de culture complètement défectueux, l'indétermination du mycélium primitif suffisait à elle seule pour empêcher que les conclusions de *Spring* ne fussent adoptées. Le savant professeur a dû se convaincre lui-même de l'insuffisance de ses observations, lorsqu'il a vu les précautions dont s'entourait *Pasteur* dans ses recherches sur les générations spontanées; lorsqu'il a vu les mycologues modernes semer une spore sur porte-objet, dans la chambre humide et la suivre sans interruption jusqu'à la fructification, puis, non contents de ces précautions extraordinaires, recommencer nombre de fois les cultures et ne conclure qu'après des observations répétées.

En 1855 *Robin*¹ faisait déjà ressortir l'insuffisance des documents fournis par *Spring*; il disait²: « l'absence de description » suffisamment complète du mycélium, des filaments fertiles et » des spores, le dessin du végétal fait à de trop faibles grossissements, empêchent de donner une détermination précise des » espèces, et d'accepter comme définitives celles qu'a adoptées le » célèbre professeur de Liège; » puis, après avoir rapporté le travail de *Spring*, il ajoutait³: « Je doute que les botanistes puissent trouver dans les descriptions phytologiques précédentes » des données assez positives pour accepter ces conclusions. » Du reste, les expériences de *Spring* eurent peu de retentissement et par conséquent peu d'influence sur la question du polymorphisme que *Bail* allait bientôt remettre en honneur.

En 1857, *Bail*⁴ abandonne à l'air libre, dans une soucoupe, du malt préalablement cuit et obtient après quelque temps une Mucorinée qu'il nomme *Mucor I*, puis le *Penicillium glaucum*, enfin,

¹ ROBIN, *Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants*. Paris, 1855.

² *Loco citato*, p. 545.

³ *Loco citato*, p. 554.

⁴ BAIL, *De faece cerevisiae. Dissertatio inaug. botanica quam consensu et auctoritate ampl. Philos. Ord. in alma univers. Viadriona ad summos in philosophia honores rite capess. d. XVIII m. Maii MDCCCLVII, etc.* Traduction allemande, *Flora*, 1857, nos 27 et 28.

un second *Mucor* se distinguant du premier par sa petitesse et ses gonidies mycéliennes et auquel il donne le nom de *Mucor II*.

Le *Mucor I* semé dans le moût de bière (*Bierwürze*) produit des tubes courts qui se divisent par des cloisons rapprochées; les membres formés et qui sont disposés en une rangée, s'arrondissent, se séparent et peuvent bourgeonner. Les gonidies du *Mucor II* semées dans le même liquide bourgeonnent dans plusieurs directions; les bourgeons reproduisent à leur tour le même mode de gemmation; il en est de même des spores sporangiales du même *Mucor II*. Ce dernier se comporte pour *Bail* exactement comme le *Hormiscium*, et cet auteur se trouve forcé ¹ « de considérer » les groupes en question comme *Hormiscium*. »

L'*Ascophora elegans* dans la même solution modifie également son mode de végétation et forme des chaînes de membres cellulaires courts et arrondis, semblables à ceux du *Hormiscium cerevisiae*. Enfin les spores du *Penicillium glaucum* parfois ne se modifient pas, parfois aussi ² bourgeonnent à la façon du *Hormiscium*.

Telles sont, en raccourci, les expériences de *Bail*; voici maintenant les conclusions qu'il en tirait : « La plupart des champignons » dans le moût de bière, ou pour mieux dire dans une solution » fermentescible, bourgeonnent à la façon des levûres.

» Chaque cellule ³ de levûre représente une cellule cylindrique » d'un filament mycélien et les groupes de cellules de levûre ne » sont pas des champignons indépendants, mais des filaments » stériles de champignons.

» Il est connu depuis longtemps que l'accès de l'air est nécessaire pour produire une fermentation, que cette dernière n'a » pas lieu à l'abri de l'air ou dans l'air ayant passé par des tubes » chauffés au rouge; donc, la fermentation est due à des germes » de champignons contenus dans l'air. Les différentes fermenta- » tions ⁴ seront produites vraisemblablement par le semis de

¹ *Loco citato*, p. 12.

² *Ibid.*, p. 16.

³ *Ibid.*, p. 18.

⁴ *Ibid.*, p. 20.

» spores de différents champignons dans les solutions fermentescibles. »

Jusqu'à présent, *Bail* n'a pu décider à quel champignon appartient la levûre de bière connue sous le nom de *Hormiscium cerevisiae*. Une grande difficulté s'oppose à la solution de la question; la voici : dans la levûre du commerce, la reproduction par bourgeons est devenue héréditaire, de sorte que les cellules sont difficilement en état de retourner à un développement normal du champignon.

Le filament germinatif ¹ d'un champignon peut non-seulement germer en *Hormiscium*, comme on l'a vu plus haut, mais encore en *Oïdium* et en *Torula*; ce dernier cas se présente lorsque le mycélium forme d'abord des cellules allongées cylindriques, avant de produire des cellules courtes, qui s'individualisent.

Donc, la plupart des espèces d'*Oïdium* et de *Torula*, ainsi que le *Hormiscium* ne sont pas des champignons indépendants, mais des formes incomplètes de champignons, produites par des influences extérieures.

Bail, jetant un regard sur les découvertes de *Tulasné*, les interprète et les adapte à sa théorie; les spermaties et les conidies ne sont plus que des formes inférieures d'un champignon plus parfait qui s'est développé dans un lieu et à une époque qui ne permettaient pas à la forme la plus élevée de se produire. — De même, les spores secondaires, tertiaires, etc, des *Urédinées* ne sont que des cellules individualisées à l'extrémité d'un filament mycélien.

Tels sont, en résumé, les faits consignés dans le mémoire de *Bail*; le vrai et le faux s'y coudoient; quelques observations sont justes, presque toutes les déductions sont fausses. Il est exact, en effet, que les spores de certaines *Mucorinées* bourgeonnent d'une façon qui n'est pas sans ressemblance avec la gemmation des cellules du *Hormiscium* de la levûre; *Bail* est l'auteur de cette découverte. Il est complètement faux de prétendre que cette phase du bourgeonnement du *Mucor* et de l'*Ascophora* n'est rien autre

¹ *Loco citato*, p. 21.

que le *Hormiscium* de la levûre, et que la plupart des champignons, semés dans une solution fermentescible, bourgeonnent en forme de levûre.

Nous verrons, dans le cours de ce travail, en faisant l'histoire du *Mucor racemosus*, que celui-ci bourgeonne bien dans les solutions fermentescibles, où il ne peut produire ses fructifications aériennes; nous verrons même qu'il peut transformer une petite quantité de sucre en alcool; mais nous y verrons aussi que ce n'est là qu'une forme anormale de développement, qu'il reste toujours *Mucor*, qu'il n'a rien de commun avec le *Hormiscium* de la levûre, et qu'au contact de l'air, il s'empresse de former de nouveau ses fructifications sporangiales. Du reste, si *Bail* avait comparé la grosseur des bourgeons produits par son *Mucor* avec celle des bourgeons du *Hormiscium cerevisiae*, s'il avait comparé la quantité d'alcool fournie par l'un et par l'autre, il eût évité de tomber dans les erreurs graves qui parsèment son mémoire.

La discussion de ces faits trouvera sa place naturelle dans la deuxième partie, où nous traiterons de la gemmation du *Mucor*; nous y renvoyons pour ne pas nous répéter. Quant aux faits relatifs au *Penicillium* et à sa transformation en levûre, ainsi qu'aux opinions de *Bail* touchant les spermatics et les conidies, nous nous garderons de les discuter; ce serait, pour nous servir d'une expression vulgaire, enfoncer une porte ouverte. Au surplus, il nous reste encore tant de faits semblables à rencontrer dans notre revue de la littérature; l'imagination des polymorphistes a encombré la mycologie de tant de soi-disant observations, pires même que celles de *Bail*, que nous n'en finirions pas si nous devions sans cesse faire remarquer que l'on n'est pas autorisé à considérer un *Penicillium* ou un *Mucor* quelconque comme produit par la levûre de bière, par la raison qu'il s'est développé dans une solution dans laquelle on n'avait semé que de la levûre. Tous ceux qui s'occupent de champignons, savent parfaitement que le *Mucor* et surtout le *Penicillium* se développent également bien dans les solutions nutritives où l'on n'a rien semé du tout. — Nous passerons même légèrement sur les observations qui ne reposent sur aucun fondement, en nous bornant à les mentionner, quitte à

démontrer une fois pour toutes, à la fin de cette première partie, que les méthodes d'observation employées étaient radicalement fausses et devaient indubitablement conduire à des résultats anti-scientifiques.

Ainsi comprise même, cette partie de notre tâche est encore bien lourde, et ce ne sera pas le moindre mérite de l'auteur de ce travail que d'avoir eu le courage de compulser les annales du polymorphisme et de résumer les insanités de toute espèce débitées sous son manteau. Si ce travail n'eût été destiné à un concours académique, si nous n'eussions craint que l'on ne nous accusât d'être incomplet, nous eussions tranché à grands coups de ciseaux dans nos notes et débarrassé ce mémoire de bien des pages fastidieuses. Un instant, nous avons songé à le faire et à choisir dans les débris d'une théorie en ruine les quelques matériaux qui lui avaient servi de base; en ce moment, nos yeux sont tombés sur la troisième partie de la question; nous y avons lu : on demande la preuve positive que les *champignons de ferment* (*Micrococcus*, *Zoogloea*, *Palmella*, *Leptothrix*, *Arthrocoecus*..., etc.). Nous nous arrêtons : nous étions tombé en plein dans la terminologie de *Hallier*; les noms cités comme champignons étaient presque tous empruntés aux écrits du botaniste d'Iéna, de celui qui avait reculé les limites du polymorphisme au delà des bornes de l'absurde. *Micrococcus* est le nom donné par lui à des productions indéterminées et indéterminables, granulations protoplasmiques animées du mouvement Brownien, gouttelettes de graisse, bactéries de diverses sortes, débris organiques de toute espèce; *Arthrocoecus*, une variété du *Microcoecus*, c'est-à-dire, les mêmes produits de décomposition dans une solution acide; *Leptothrix*, une bactérie, une algue, que *Hallier* faisait entrer dans le cycle des formes de son *Micrococcus-levûre-Mucor-Penicillium*, et qu'il avait, par conséquent, enlevée aux Algues pour la joindre aux Champignons; *Palmella*, un genre d'Algues parfaitement caractérisé, que *Salisbury* accusait, bien injustement, de causer les fièvres paludéennes et dont *Montagne* empruntait le nom pour le donner à un organisme monocellulaire (*Monas prodigiosa* Ehr.), que *Cohn* a classé dans ses *Sphaerobac-*

téries, sous le nom de *Micrococcus prodigiosus*. La simple énumération des noms renfermés dans la parenthèse montrait que l'Académie exigeait l'examen des ouvrages qui leur avaient donné le jour; il ne nous restait qu'à obéir courageusement.

Dans la même année 1857, *Speerschneider*¹ écrivait que le *Peronospora devastatrix* de la pomme de terre et le *Fusisporium Solani* étaient deux formes d'un seul et même champignon. Inutile de dire que ces champignons n'ont rien de commun entre eux que la pomme de terre sur laquelle ils croissent souvent l'un et l'autre. Les travaux de *de Bary* ont suffisamment élucidé la question des *Péronosporées* pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister.

*Berkeley*² rappelle que le *Penicillium* a été observé en plus d'une occasion sur les matières en fermentation; il conclut : que la levûre est un état anormal de champignons que leur position submergée oblige à se développer d'une façon particulière; que certaines espèces de *Mucor*, de même que le *Penicillium*, provoquent la fermentation³ et que la levûre n'est, dans le fait, rien d'autre qu'un état particulier des spores du *Penicillium*, capable de se propager indéfiniment sans jamais former de fruit parfait⁴ (*capable of almost endless propagation without ever bearing perfect fruit*). La production de la levûre dépend⁵, selon lui, de la facilité extrême avec laquelle les moisissures (*moulds*) s'adaptent aux circonstances particulières. Bien que la position normale de ces moisissures soit à la surface des substances en décomposition (*decaying*), certaines d'entre elles peuvent vivre immergées, et produire des bourgeons (*shoots*) au lieu de fruits.

On le voit, les opinions de *Berkeley* et celles de *Bail* sont presque identiques; celui-là comme celui-ci a vu le *Penicillium* se développer sur les matières en fermentation; ils ont l'un et l'autre conclu à une relation gènesique.

¹ *Bot. Zeit.*, p. 121, n° 8; 1857.

² *Introduction to cryptogamic Botany*, p. 242.

³ *Loco citato*, p. 295.

⁴ *Ibid.*, p. 299.

⁵ *Ibid.*, p. 300.

*John Lowe*¹ identifiait un certain nombre de végétaux parasites, entre autres l'*Achorion Schönleimii* avec l'*Aspergillus glaucus*, qui, lui aussi, commence à prendre rang parmi les champignons atteints par le polymorphisme.

En l'année 1860, apparaît un certain nombre d'ouvrages que nous allons résumer.

*Bail*² identifie l'*Empusa muscae* avec le *Mucor mucedo*. Si l'on place des mouches malades encore vivantes dans l'eau, l'*Empusa* développe l'*Achlya prolifera*... ; puis il ajoute que la levûre peut se transformer en *Empusa*... et que l'*Isaria farinosa* et le *Botrytis Bassiana* appartiennent au même cercle de formes que l'*Empusa* et le *Mucor mucedo*. *Zabel*³ confirme partiellement les observations de *Bail*.

L'indépendance de l'*Empusa* a été démontrée par *Brefeld* qui a fourni l'histoire complète de ce champignon⁴; inutile de dire qu'il n'a rien de commun avec l'*Achlya*, pas plus qu'avec le *Botrytis Bassiana* ou le *Mucor mucedo*. L'histoire du *Mucor mucedo* que nous ferons connaître dans la seconde partie nous dispensera d'appuyer à l'avenir sur les transformations dont il est prétendument l'objet.

*Hoffmann*⁵ a rencontré sur des pommes, des poires, des prunes, différents champignons : *Stemphylium*, *Cladosporium*, *Oidium*, *Monilia*, *Torula*, et d'autres spores de *Hyphomycètes*; ce sont ces champignons, dit-il, qui produisent la fermentation du jus de ces fruits et le mot *levûre* est une expression collective et nullement le nom d'une espèce particulière; d'où *Hoffmann* conclut que *Schwann* a tort lorsqu'il prétend que les ferments proviennent de l'air. — *Hoffmann* a oublié de nous dire, toutefois, l'origine des spores de champignons qu'il rencontre sur ses fruits.

¹ *Ann. Magaz. Nat. hist.*, 2^e sér., vol. XX, p. 152; 1857.

² *Ueber Krankheiten der Insekten durch Pilzen.* (*Verhandl. der 35 Naturforsch. Versamm.*, in Königsberg, Botanique avec 2 pl.)

³ *Zeitschrift f. d. ges. Nat. Wissen.*, XIII, H 4. 5., p. 587.

⁴ *Entomophthora muscae.* *Abh. der Naturforsch. Gesell. zu Halle*, vol. XII.

⁵ *Mykologische Studien über Gährung.* (*Bot. ZEIT.*, 1860; nos 5 et 6, pp. 41 et suivantes.)

Si même l'on veut bien admettre que les spores nommées produisent une fermentation et que l'air soit étranger à leur déposition sur les pommes et les poires, *Hoffmann* devrait nous dire si elles sont formées par génération spontanée, ou bien si elles sont une émanation du fruit.

Hoffmann confirme les observations de *Bail*; il a aussi obtenu au moyen de la levûre, l'*Ascophora elegans*, l'*A. mucedo*, le *Periconia hyalina* et le *Penicillium glaucum*, pas toujours cependant, fait remarquer *Hoffmann*, et seulement lorsqu'un heureux hasard le favorisait (*durch einen glücklichen zufall*). Il a produit la fermentation du sucre avec les spores du *Penicillium* et enfin la fermentation du moût de bière (*Bierwürze*), du sucre, du suc de groscilles, avec... l'*Ustilago carbo* (*Uredo segetum*), l'*Ascophora mucedo*, le *Stachylidium pulchrum*, le *Bacterium Termo*, le *Phragmidium incrassatum* (*Uredo rosae*). On le voit, le polymorphisme continue sa marche envahissante; déjà les *Urédinées* ne peuvent plus se défendre de ses attaques. *Hoffmann* avoue cependant avoir échoué dans des essais de fermentation opérés avec des spores d'*Aguricus campestris*, *Ag. excoriatus* et *Boletus granulatus*, ce qui est vraiment une chose étonnante, car les procédés employés par *Hoffmann* auraient dû lui donner une fermentation en tous cas; l'heureux hasard avait cette fois fait défaut. Nul doute que *Hoffmann* eût obtenu également une fermentation avec les spores susdites, s'il avait répété ses expériences un certain nombre de fois et fourni à l'heureux hasard l'occasion de se montrer. Nous verrons que M. *Pouchet*, plus favorisé du hasard, obtenait la fermentation avec des spores de *Fougères* ¹ et même après filtration du liquide.

Griffith et *Hensfrey* ² admettaient une relation entre la levûre et le *Penicillium glaucum*. — En 1861, *Bail* ³ répète ses observations antérieures, en ajoutant quelques formes nouvelles à celles

¹ POCCHET, *Nouvelles expériences sur la génération spontanée et la résistance vitale*. Paris, 1864.

² *The micrographic Dictionary*, deuxième édition. Londres, 1860; article Fermentation, pp. 280 et 747.

³ BAIL, *Die wichtigste Sätze der neueren Mykolog*, nos 23 et 24. Jena, 1861.

qu'il avait attribuées à son *Mucor* : ainsi le *Mucor mucedo* germe dans le moût de bière sous forme de *Hormiscium (Cryptococcus) Cerevisiae* ; il produit dans les mouches l'épidémie connue, et se montre à leur extérieur sous la forme de l'*Empusa muscae* ; mais sur la terre humide, il régénère le *Mucor mucedo*. Le *Botrytis Bassiana* du ver à soie appartient aussi au cercle de formes du *M. mucedo*. La fermentation du vin est produite par le *Botrytis*.

En 1861, M. Pouchet, le même qui plus tard voit fermenter les *Fougères*, confie à l'Académie des sciences de Paris son opinion sur la nature et la genèse de la levûre dans la fermentation alcoolique ¹. Selon lui, les corps organisés diversiformes... auxquels on donne le nom de levûre, ne représentent nullement une plante complète, et ne sont en réalité que des semences ou spores spontanées de divers végétaux inférieurs ². M. Pouchet trouve que ces spores se forment par génération spontanée ³. Bien qu'il soit presque impossible dans l'état actuel de la science de dire quel végétal produit la levûre, M. Pouchet trouve que la levûre du cidre est constituée par une *Mucorinée*, un *Aspergillus* !! auquel il donne le nom de *Polymorphus* ⁴.

La même année, Joly et Musset ⁵ ont vu le *Penicillium* sortir de la levûre ⁶ de bière. Quant à celle-ci, elle se produisait spontanément ; pour preuve, M. Joly, après un jeûne absolu de 24 heures, absorba beaucoup de bière ; il vit ensuite des spores de levûre naître et germer dans son urine, bien que la filtration de la bière à travers les organes digestifs eût dû éliminer les spores. Enfin ⁷, suivant ces botanistes, la levûre de bière n'est pas un végétal complet, mais un amas de spores.

En 1862, Carter ⁸ décrit une maladie observée dans l'Hiu-

¹ *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* t. LII, année 1861.

² *Loco citato*, p. 284.

³ *Ibid.*, p. 287.

⁴ *Ibid.*, p. 288.

⁵ *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. LIII; 1861.

⁶ *Loco citato*, p. 370.

⁷ *Ibid.*, p. 368.

⁸ *Ann. Mag. nat. hist.*, IX, p. 444; 1862.

doustan, et qui affecte les parties tendres du pied; elle nécessite souvent l'amputation. D'après *Carter*, cette affection serait due à un champignon, voisin du *Mucor stolonifer*, qui possède une forme de zoospores mobiles semblables à celles des *Myxomycètes* et de la forme *Achlya*.

Peu après ¹, *Carter* trouvait entre les filaments sporangifères ordinaires du *Mucor stolonifer*, plusieurs filaments produisant des zoospores qui se transforment en corpuscules semblables aux *Amæbas*; on peut aussi, d'après lui, en coupant les filaments mycéliens du *Mucor* en faire sortir des masses protoplasmiques qui ressemblent à ces corpuscules; ces formes facilitent la métamorphose du *Mucor* en *Achlya*.

L'année 1864 voit éclore une œuvre nouvelle de *Pouchet* ². M. *Pouchet* était arrivé au résultat surprenant que voici : les spores de diverses mucédinées, recueillies sur un liquide en fermentation et semées sur une autre portion de ce même liquide, ne reproduisent aucune espèce identique à celles qui ont été semées ³, et cela, soit que les spores aient subi pendant une minute une température de 100°, soit qu'elles aient échappé à ce traitement. Plus loin, M. *Pouchet* écrit qu'il a semé le *Collarium melanosporum* et recueilli le *Penicillium glaucum*; le *Mucor pygmaeus* lui a donné également le *P. glaucum* et une espèce inconnue ⁴.

Les spores spontanées des liqueurs en fermentation donnent, toujours d'après l'auteur ⁵, des *Penicillium*, des *Aspergillus*, des *Ascophora*, des *Collarium* et *Cladosporium*; le cidre forme principalement des *Penicillium* et des *Aspergillus* ⁶, la levûre malique des *Penicillium*.

Enfin, *Pouchet* publie le résultat de soixante et une expériences; je demande la permission d'en citer deux, bien qu'elles

¹ *Ibid.*, XII, pp. 50-51; 1865.

² *Nouvelles expériences sur la génération spontanée et la résistance vitale*. Paris, 1864.

³ *Loco citato*, p. 45.

⁴ *Ibid.*, p. 100.

⁵ *Ibid.*, p. 179.

⁶ *Ibid.*, p. 180.

étendent le polymorphisme au delà de la classe des champignons et fassent participer les cryptogames vasculaires à la fermentation. Les voici :

Cinquante-sixième expérience ¹. Des sores de *Nephrodium filix mas* furent agitées pendant un quart d'heure dans un 1/2 litre de moût de bière qui n'avait pas reçu de levûre; le liquide filtré et placé dans un bocal produisit une fermentation normale, mais la levûre obtenue était une levûre hybride, différente de la levûre cérévisique. *Pouchet* ne dit pas si la forme obtenue était intermédiaire entre cette levûre cérévisique et le *Nephrodium filix mas*.

Cinquante-septième expérience ². Même résultat avec les sores du *Polypodium vulgare*.

Dans la soixante et unième expérience, *Pouchet* trouve que la simple modification chimique produite dans le liquide par la filtration suffit pour amener la production d'une autre levûre.

En 1865 apparaît sur la scène du polymorphisme un acteur destiné à y jouer par la suite un rôle prépondérant, *Hallier*. Pendant les quatre années qui vont suivre, les journaux et revues scientifiques seront remplis d'écrits, qui, dans le moment de leur publication, ont valu à leur auteur une certaine réputation dont il ne reste plus aujourd'hui la moindre trace.

Hallier s'est donné surtout la spécialité de découvrir les champignons qui produisaient les maladies, depuis celui du *Favus* jusqu'à celui du *choléra* inclusivement. Il débute par examiner un champignon rencontré sur l'épithélium de la bouche, dans un cas de *Diphtheritis* ³; ce champignon est constitué par des granulations très-réfringentes, qui, semées dans la glycérine, développent un mycélium de l'épaisseur des filaments mycéliens les plus gros du *Penicillium glaucum*. On le voit, *Hallier* commence timidement; il n'identifie pas encore ses spores avec le *Penicillium* et se borne à faire ressortir la ressemblance; plus tard, il n'y mettra plus tant de réserve, et il fera produire le *Penicillium* à toutes ses spores, quelles qu'elles soient.

¹ *Loco citato*, p. 250.

² *Ibid.*, p. 250.

³ *Bot. Zeit.*, pp. 144 et suivantes; 1865.

Hallier s'occupe également du *Leptothrix buccalis*¹, petite bactérie observée en premier lieu par *Remak* dans le mucus buccal. Il remarque que des spores du *Penicillium crustaceum* sont toujours mêlées à ses *Leptothrix*, ce qui lui donne l'idée de semer des spores du *Penicillium* dans l'eau de fontaine. Qu'advient-il de ces spores ? Elles donnent naissance à des zoospores qui de leur côté reproduisent le *Leptothrix buccalis*, d'où *Hallier* ne doute nullement que le *Leptothrix* ne soit formé par les conidies (*Pinselsporen*) du *Penicillium crustaceum*. Il est confirmé dans son opinion par le fait suivant : il a trouvé d'innombrables fragments de *Leptothrix* dans ses propres déjections, à la suite d'une diarrhée qu'il attribuait à l'absorption d'une trop grande quantité de spores du *Penicillium*. L'argumentation est concluante et donne la mesure de la justesse des observations habituelles de *Hallier*. Enfin, le *Leptothrix* faisant partie de l'évolution du *Penicillium crustaceum* ne peut décemment rester au nombre des Algues ; *Hallier* l'en retire et le baptise champignon de par ses expériences. Il insiste sur ce fait que le *Leptothrix* n'est que le développement ultérieur (*Ausbildung*) des Plasmodies du noyau des spores².

Si nous voulions discuter une à une les assertions de l'auteur, nous n'aurions aucune peine à faire remarquer que n'importe quelle spore incapable de se développer dans l'eau eût donné le même résultat. En effet, dans l'eau pure, la plupart des spores ne germent pas, ou ne produisent qu'un faible tube germinatif pour mourir ensuite ; la nourriture leur manque. Il n'en est pas de même des Bactéries, qui trouvent dans la spore mourante un aliment convenable, se fixent à elle et s'en nourrissent en la désorganisant. S'il est un fait bien connu de qui s'occupe de cultures de champignons, c'est celui-ci : les Bactéries s'introduisent dans la plupart des cultures non acides et font souvent courir les plus grands risques aux champignons cultivés, quelque soin que l'on ait d'expulser journallement les parasites incommodes par un bon

¹ *Bot. Zeit.*, p. 181 ; 1863. *Ueber Leptothrix buccalis*.

² *Ibid.*, *ibid.*, pp. 238 et suivantes.

lavage. *Hallier* eût pu dire avec autant de raison qu'un fromage abandonné au contact de l'air se transforme dans les mites qui le rongent.

Hallier envisage ensuite son *Leptothrix* comme levûre. La levûre *Leptothrix*, dit-il, forme la plus grande partie de la masse cellulaire qui cause la fermentation alcoolique; l'autre partie de cette masse est la levûre conidienne, particulièrement développée dans le lait aigri, et qui se produit rapidement, si l'on sème le *Penicillium* sur le lait. Ces deux levûres se distinguent bien l'une de l'autre; le *Leptothrix* de la levûre ne peut-être distingué de celui de l'homme; quant à la levûre conidienne, on la voit se former quand on sème le *Penicillium* dans la glycérine. — Dans le *Diabetes mellitus* ¹, les organes génitaux sont recouverts d'une levûre un peu plus allongée; les *Leptothrix* s'y rencontrent également; quant à l'ensemble du matériel semé dans le suc du citron, il fournit le *Penicillium crustaceum*; la levûre allongée est attribuée à l'*Oïdium albicans* ². Des écailles produites par le *Pytiriasis* ³, semées également sur un citron, forment des granulations mouvantes qui appartiennent vraisemblablement au *Penicillium*; de même, sur des cerises noires, se rencontrèrent des cellules de levûre, des *Leptothrix* et le *Penicillium*. Le dernier semé sur des tranches de cerises a produit des *Plasmodies*, des levûres et des *Leptothrix*; quant à la levûre du lait qui avait paru différente à *Hallier*, cultivée sur des tranches de cerises, elle produisit le *Penicillium* et un *Mucor*. Enfin, le Dr *Pick* ayant attribué au *Penicillium* ⁴ l'affection connue sous le nom de *Herpes tonsurans*, *Hallier* confirme que le *Penicillium* semé dans l'huile végète à la façon des *Torula* et de certains *Hormiscium* ⁵, comme le disait *Pick*; c'est dans le *Herpes* le contenu huileux des cheveux qui opère la modification.

Les découvertes de *Hallier* se succèdent rapidement; bientôt il

¹ *Bot. Zeit.*, p. 254; 1865.

² *Ibid.*, p. 261; 1865.

³ *Ibid.*, p. 265; 1865.

⁴ *Verhandl. der zoolog. botan. Gesell.*, in Wien, 1865; t. XV, pp. 947-960.

⁵ *Bot. Zeit.*, p. 372; 1865.

fait connaître qu'il a observé la copulation des spores du *Penicillium* de l'*Aspergillus glaucus*, de *Mucorinées*, d'*Oïdiacées*; cette copulation augmente la fertilité ¹. Il a de plus obtenu des hybrides du *Penicillium* et de l'*Aspergillus* par la réunion des deux mycéliums par copulation; la forme produite était intermédiaire ². Enfin, *Hallier* reproduit de nouveau son cycle de formes, *Leptothrix*, levûre, *Penicillium*, en y ajoutant cette fois le *Mucor* qui s'est formé des *Leptothrix* par intermédiaire de la levûre. La classification des *Hyphomycètes* devrait donc être changée; *Mucor*, *Penicillium*, *Achorion*, *Leptothrix*, *Hormiscium*, *Cryptococcus* et *Trichophyton* étant des formes qui rentrent les unes dans les autres.

Hallier, supposant qu'une chose répétée se fait plus facilement admettre, confirme encore ses observations ³ en étendant le polymorphisme de son *Leptothrix*, non-seulement aux *Péronosporées*, mais encore à un *Hyménomycète*, le *Coprinus stercorarius*; l'*Aspergillus glaucus* se métamorphose dans des limites étendues ⁴, et enfin, le *Puccinia coronata*, une *Uredinée*, se trouve posséder entre autres formes, celle de levûre.

Hallier donnait ensuite ⁵ l'arbre généalogique des *Mucédinées* (*Schimmelpilze*).

La maladie du *Favus* n'échappe pas à l'investigation de *Hallier*: il découvre ⁶ qu'elle est produite par une forme du *Penicillium crustaceum*; le champignon du *Favus* ne doit plus être connu dans la systématique que sous le nom de : Forme de *Favus* de l'espèce *Penicillium crustaceum*.

Hallier découvre enfin que les spores du *Penicillium crustaceum* produisent, dans divers liquides, des germes qui diffèrent

¹ *Bot. Zeit.*, p. 9; 1866.

² *Ibid.*, pp. 9 et suivantes; 1867.

³ *Ibid.*, p. 60; 1866.

⁴ *Ibid.*, p. 161; 1866.

⁵ *Ibid.*, p. 589; 1866.

⁶ *Die Natur des Favuspilzes und sein Verhältniss zu Penicillium glaucum.* (*Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft*, 2^{ter} Band. Leipzig, 1866.)

toujours plus ou moins de la forme ordinaire. Ces transformations représentent des séries linéaires de développement de nature diverse parmi lesquelles l'auteur étudie spécialement la série du *Favus* ; et comme on pourrait s'étonner qu'un champignon aussi répandu que le *Penicillium* ne produise pas le *Favus* au genre humain entier, *Hallier* admet qu'il faut pour la propagation une certaine susceptibilité de la peau, sans laquelle échouent les essais de contagion les plus soigneusement faits.

Dans son écrit sur les parasites du corps de l'homme, le même auteur pose les prémisses de ses théories futures ¹, et fait à sa façon l'histoire du *Penicillium*. Il partage les formes de celui-ci en sept séries ² qu'il nomme :

- 1^{re} série *Moisissure* (Schimmelreihe).
- 2^e » *Achorion*.
- 3^e » *Levûre à membres* (Gliederhefe). Syn. : *Oidium lactis*.
- 4^e » *Leptothrix*.
- 5^e » *Leptothrix-levûre*. Syn. : *Cryptococcus cerevisiae*.
- 6^e » *Torula*. Syn. : *Hormiscium* et *Torula*.
- 7^e » *Levûre acrosporée*.

La 1^{re} série se forme principalement sur les végétaux en décomposition, le pain, le cuir (les bottes), etc.

La 2^e série réclame un substratum plus distingué, et végète volontiers dans l'épiderme de l'homme et des animaux sous forme de *Favus*.

La 3^e série, sur le lait aigri, exclusivement : c'est l'*Oidium lactis*.

La 4^e série, partout où les spores du *Penicillium* se trouvent dans une solution fermentescible très-étendue ou dans l'eau.

La 5^e série constitue la levûre connue des solutions sucrées.

La 6^e série est la forme *Torula* produite par des conidies semées dans une solution fermentescible.

La 7^e série est particulière aux huiles grasses.

¹ *Die pflanzliche Parasiten des menschlichen Körpers*. Leipzig, 1866.

² *Ibid*, p. 41.

Le *Penicillium* proprement dit (sans doute la 1^{re} série), possède trois formes de fructification :

- 1° La fructification en pinceau, *Penicillium* ;
- 2° La plante composée de membres, *Oïdium* ;
- 5° La plante sporangiale, *Ascophora mucedo*.

Mais le *Penicillium* n'est pas seul à posséder sept formes de fructifications ; l'*Aspergillus glaucus* ¹ présente tout autant de phases qui répondent à celles du champignon précédent, dans l'ordre suivant :

1 ^{re} série	<i>Moisissure</i> (Schimmelreihe).	1. <i>Aspergillus</i> .
2 ^e »	<i>Achorion</i>	2. <i>Pytíriasis versicolor</i> .
3 ^e »	<i>Levûre à membres</i> (Gliederhefe). Syn. : <i>Oïdium lactis</i> .	3. <i>Levûre membrée particulière</i> .
4 ^e »	<i>Leptothrix</i>	4. <i>Leptothrix</i> analogues à ceux du <i>Penicillium</i> , mais plus délicats.
5 ^e »	<i>Leptothrix-levûre</i> . Syn. : <i>Cryptococcus cerevisiae</i> .	5. S'obtient par semis d' <i>Aspergillus-Leptothrix</i> dans le sirop simple.
6 ^e »	<i>Torula</i> . Syn. : <i>Hormiscium</i> et <i>Torula</i> .	6. Par semis des spores en pinceau dans le sirop simple.
7 ^e »	<i>Levûre acrosporée</i>	7. Par semis des acrospores sur l'huile.

On voit avec quelle désinvolture *Hallier* s'est fabriqué une théorie ; il ne s'agit plus maintenant que de faire entrer tous les champignons dans ce cercle merveilleux des sept séries (*ne varientur*) pour avoir réformé et simplifié considérablement la mycologie. Nous devons ajouter cependant que la théorie de *Hallier* n'a jamais servi qu'à son usage personnel et qu'elle a rencontré de l'incrédulité même chez les plus fougueux polymorphistes. Enfin, le même auteur a publié encore ² quelques observations isolées de même valeur que les précédentes et que nous passons sous silence.

Quittons un instant *Hallier* pour ne pas interrompre l'ordre chronologique. *Hoffmann* publie ³ en 1865, quelques observa-

¹ *Loco citato*, p. 77.

² *Mykologische Untersuch.* (Landwirths. Versuch Stat. von Nobbe, VII ; n° 5, p. 411 ; 1866.)

³ *Comptes rendus de l'Acad. des sciences naturelles*, t. LX, p. 653 ;

tions sur les procédés de culture par lui employés et fait connaître succinctement ses résultats, qu'il développera plus tard : selon lui, la levûre de bière fait naître le *Penicillium* lorsqu'elle est cultivée à l'abri des germes étrangers (par germes étrangers, *Hoffmann* entend probablement les germes autres que ceux du *Penicillium*); la levûre de boulanger (levûre sèche), au contraire, donnerait naissance au *Penicillium* et au *Mucor racemosus* ou bien, le plus ordinairement, au dernier seulement; de plus, les spores de ces deux champignons semées dans une solution fermentescible, produisent de l'acide carbonique jusqu'à décomposition complète du sucre ¹.

L'année suivante, *Hoffmann* fait connaître que si l'on introduit de la levûre dans de l'eau miellée faible, il se produit une fermentation dans la liqueur : « à la surface de celle-ci, on voit alors une » pellicule prolifère blanche, formée de petites cellules de levûre et de cellules bacilliformes qui représentent souvent des chaînes composées de plusieurs membres; la pellicule prolifère fructifie sous forme de *Penicillium*, lorsqu'elle reste à la surface; si elle est submergée à l'abri du contact de l'air dans de l'eau miellée, elle ne fructifie pas, mais produit un mouvement de fermentation. Enfin, la levûre tombée au fond du vase, placée sur une pomme de terre auparavant bouillie et exposée à l'air, fructifie sous forme de *Penicillium*, de *Mucor*, ou autrement.

Il est clair que *Hoffmann* emploie les mêmes procédés que *Hallier*; il enlève la levûre de son vase, la place en dehors du liquide fermentescible, sur une pomme de terre, c'est-à-dire dans des conditions où elle ne peut que végéter quelques jours, pour mourir ensuite. Nous verrons, dans notre troisième partie, que c'est dans ces circonstances que le *Saccharomyces* de la levûre forme les petits sporanges, renfermant trois ou quatre spores, qui assureront sa propagation; l'organisme aux abois, ne pouvant plus vivre éloigné du milieu qui lui est propre, assemble son protoplasme dans ces petits fruits de durée, que nous apprendrons à connaître. Encore

¹ *Ibid.*, t. LXIII. — *Recherches sur les qualités vitales de la levûre de la bière*, pp. 929, 930.

cela n'a-t-il lieu que pour un petit nombre de cultures, car ainsi que le fait remarquer *Reess*, la plupart de ces dernières sont détruites en quelques jours par des parasites de toute espèce, au nombre desquels se trouve naturellement le *Penicillium*.

Hoffmann s'occupe à son tour du champignon du *Favus* ¹; mais il en a vu sortir le *Mucor racemosus* et non le *Penicillium glaucum*, comme le prétend *Hallier*; il se trouvait, dit-il, des spores de *Penicillium* dans un fragment de croûte examiné par lui, spores qu'il considère comme mêlées accidentellement aux détritrus organiques de la croûte; « on pourrait expliquer ainsi » que d'autres ont vu sortir le *Penicillium* du même *Favus*. » *Hallier* eût pu lui retourner l'argument.

Enfin, le même auteur s'est livré à des expériences d'inoculation qui lui ont donné des résultats surprenants : deux espèces de poissons se trouvent dans l'aquarium de la serre de Giessen; les individus d'une espèce sont atteints d'une maladie et meurent; on trouve sur l'un d'entre eux une moisissure (*Schimmelpilze*) qui n'est autre que le *Saprolegnia monoïca* Pringsh. Celui-ci, semé sur une pomme de terre, donne naissance au *Mucor mucedo* Fries; après quelque temps, ce dernier disparaît à son tour pour faire place à l'*Acrostalagmus cinnabarinus* Cord. Ce dernier champignon cependant paraît à *Hoffmann* s'être développé par hasard et peu à peu, pendant la végétation du *Saprolegnia* et du *Mucor*. — Un autre poisson meurt; on le trouve recouvert d'une autre *Saprolegniée* à zoospores, à laquelle *Hoffmann* ne donne pas de nom; un semis fait sur une pomme de terre reproduit de nouveau le *Mucor mucedo*. Ce dernier fut inoculé à plusieurs poissons, un seul fut atteint; au bout de quatre jours, le poisson mourut; il était visiblement entouré de champignons. Conservé pendant quelques jours, il reproduisit les tubes en massue et les zoospores de la seconde des *Saprolegniées*.

Est-il besoin de répéter de nouveau que les *Saprolegniées* réclament des aliments très-azotés et ne peuvent se reproduire sur la fameuse pomme de terre qui paraît décidément le substratum de prédilection de *Hoffmann*; que les *Saprolegniées* se dévelop-

¹ *Bot. Zeit.*, pp. 241 et suivantes; pp. 555 et suivantes; 1867.

pent également bien sur plusieurs espèces de poissons et d'autres animaux, et que le champignon pris par *Hoffmann* pour cause de la maladie n'en était probablement que le résultat. Il avoue qu'un seul de ses essais d'inoculation a réussi, et que le *Mucor* a reproduit la *Saprolegniée*; mais *Hoffmann* qui prenait son *Mucor* sur la pomme de terre qu'il avait ensemencée avec cette *Saprolegniée*, ne comprenait-il pas qu'il inoculait en même temps les spores de cette dernière? Du reste, l'inoculation n'était pas nécessaire; pourvu que le poisson eût été quelque peu endommagé par son extraction de l'eau et par l'inoculation supportée, et qu'il eût été replacé dans le bassin primitif, il devait presque inévitablement être attaqué par le parasite. On propage d'ordinaire les *Saprolegniées* en jetant dans le liquide qui les a contenues des mouches ou d'autres insectes que le champignon a bientôt recouverts.

Bail réunit en un cycle de formes, le *Mucor racemosus*, le *M. mucedo* et l'*Ascophora elegans*¹. Si le substratum est riche en sucre, c'est le *Mucor racemosus* qui se produit; s'il est riche en amidon, il se forme l'*Ascophora elegans*. Les spores et les gonidies du *Mucor racemosus* semées dans le moût de bière se sont transformées en levûre de bière ordinaire; l'accès de l'air était nécessaire. Les spores du *Penicillium glaucum* ont produit en quelques jours et dans le même liquide, la levûre de bière ordinaire; cependant, dit *Bail*, le mycélium aérien du *Penicillium* n'a pas produit la fermentation. Enfin, dans un essai d'inoculation de l'*Empusa* à une mouche, la forme reproduite était normale; une autre inoculation donna naissance, au contraire, à des cellules rondes ou allongées qui, dans une solution fermentescible, produisirent levûre et fermentation.

Bail considère² le *Mucor mucedo* comme plante primitive; ce champignon produirait trois formes considérées jusqu'à présent comme espèces distinctes : sur les mouches à l'air libre, l'*Empusa Muscae*; dans l'eau, l'*Achlya prolifera*; dans le moût de bière, le

¹ *Mittheilungen über das Vorkommen und die Entwicklung einiger Pilzformen. Separat Abdruck aus dem Programm der Realschule. Dantzig, 1867.*

² *Ibid.*, § III.

Hormiscium cerevisiae ou la levûre de bière. En effet, *Bail* a vu le *Mucor* se développer sur des mouches malades de l'*Empusa*, et cependant les spores du *Mucor* n'existaient pas dans ces animaux. Les seules cellules de levûre que ceux-ci contiennent forment le *Penicillium olivaceum* et non le *Mucor*. La deuxième transformation, celle de l'*Empusa* en *Achlya* se produit quand on jette dans l'eau potable fraîche les mouches attaquées par l'*Empusa*, pourvu que les animaux nagent à la surface du liquide. Quant à la troisième transformation, celle de l'*Achlya* en *Mucor*, elle se produit lorsque les mouches furent maintenues à la surface du moût de bière au moyen d'un flotteur; dans ces conditions, l'*Achlya* se forma d'abord, ensuite le *Mucor* qui, dans un cas, fut le *Mucor stolonifer*.

On le voit, le flot du polymorphisme allait grossissant; en vain de *Bary* essayait-il de s'opposer à son envahissement; en vain faisait-il remarquer que tous les essais qu'il avait faits pour élucider la parenté du *Mucor* et du *Saprolegnia* ne lui avaient donné que des résultats négatifs ¹. « Je me suis donné beaucoup de peine, » disait-il, pour répéter ces recherches (transformation des levûres en *Mucor-Penicillium* et vice versa), mais je n'ai jamais pu obtenir une confirmation des résultats précédents, ni dans les cultures sur porte-objet ni dans les cultures en gros, faites avec un matériel aussi pur que possible, dans des tubes éprouvettes, et en employant des solutions artificielles, le moût de vin, et les spores du *Penicillium*, du *Mucor mucedo*, du *Botrytis*, etc. Dans presque toutes ces recherches, la germination normale se produisit, sans formation de levûre et sans fermentation. Dans quelques cas, je rencontrai des cellules de levûre, mais il ne fut pas possible de constater une relation entre elles et les spores semées ². »

De *Bary* faisait ensuite connaître quelques-unes des nombreuses causes d'erreur que rencontraient toujours de semblables

¹ *Morphologie und Physiologie der Pilzen, Flechten und Myxomyceten*, p. 181. Leipzig, 1866.

² *Ibid.*, p. 182.

recherches, et au nombre desquelles se trouvent la dispersion considérable des spores de levûre, et le fait qu'un certain nombre de champignons germent à la façon des levûres sans pour cela produire la fermentation; tels sont l'*Exoascus* et le *Dematium pullulans*. Quant aux gonidies (*Brutzellen*) du *Mucor*, confondus par *Bail* avec la levûre, elles n'ont avec cette dernière qu'une ressemblance très-éloignée ¹.

Ces sages paroles furent sans effet et n'eurent pour résultat que de soulever les récriminations des polymorphistes, qui se plaignaient parfois amèrement de ce que *de Bary* leur refusait son appui ². Dans la réunion de la section de botanique de la Société des naturalistes allemands à Francfort (19 septembre 1867), *Bail*, *Hoffmann* et *Thomé* renechérissent sur leurs écrits antérieurs. *Bail* appuie sur la relation qu'il prétend exister entre l'*Empusa* et le *Mucor racemosus* ³ : les mouches nageant dans l'eau développent l'*Achlya*; placées sur des mousses humides, l'*Empusa* et le *Mucor racemosus*; le *Mucor nigricans* lui-même se forme sur la chrysalide du *Noctua piniperda*, dont la chenille avait été atteinte par l'*Empusa*.

Dans la même séance, *Hoffmann* fait connaître ses expériences sur les poissons, que nous avons reproduites plus haut; le lendemain 20 septembre, deuxième jour de la session, il prétend qu'il n'existe pas de champignons de ferment proprement dits : ce sont les moisissures les plus répandues (*Schimmelpilze*) qui, d'après les circonstances, produisent les différentes fermentations; pour *Hoffmann*, le champignon du choléra fait partie du cercle de formes *Bactérie*, *Oidium*, *Mucor*, *Penicillium*. Le 21, *Bail* répète de nouveau les résultats qu'il a obtenus en faisant fermenter divers champignons; il est soutenu naturellement par *Hoffmann* qui ne peut comprendre l'opposition faite par *de Bary*

¹ *Morphologie*, etc., pp. 183 et 184.

² Comparez *BAIL*, *Ueber Krankheiten erzeugende Pilze*. (WIENER. MEDIC. WOCHENSCHRIFT 1867 et COMPTES RENDUS DE L'ASSEMBLÉE DE FRANCFORT.)

³ *Verhandl. der Section f. Botanik und Pflanzenphysiologie der 44 deutschen Naturforscherversammlung zu Frankfurt a/M*; 1867. D'après la feuille quotidienne publiée par la réunion.

à une théorie qui lui paraît si fondée. *Woronin* expose les idées de *de Bary* : celui-ci refuse d'admettre toute transformation aussi longtemps que l'on n'a pas observé sous le microscope le développement d'un *Mucor* ou d'un *Penicillium* aux dépens d'une spore de levûre ou vice versâ. *Hoffmann* répondait que la méthode indiquée, suivre une spore dans son entier développement, était impraticable.

Le 23 septembre, dernier jour de la session, *Thomé* fait connaître qu'il a constaté la présence d'une grande quantité de *Monas prodigiosa* dans des objets venant d'une maison de cholériques de Barmen. Telle est la relation résumée de cette session, consacrée presque exclusivement à la glorification du polymorphisme.

Thomé publiait d'autres observations sur le champignon du choléra, auquel il donne le nom de *Cylindrotaenium cholerae asiaticae*¹. Il a rencontré dans des déjections de cholériques, non-seulement des spores de champignons, mais d'autres formations paraissant provenir de ces spores; il n'a pu cultiver le matériel sur porte-objet, mais il l'a semé dans de l'albumine, sur des tranches de citron, sur du pain de froment trempé de glycérine et de sirop de sucre, et fortement imprégné de salive; il en a obtenu des levûres, des conidies, des *myceliums*, toujours accompagnés du *Penicillium glaucum*.

*J. Luders*² a trouvé que dans l'eau ou l'eau de viande, surtout à une température de 50 à 40°, les spores du *Mucor* et du *Penicillium*, etc, produisent de petits corps probablement identiques au *Micrococcus* de *Hallier*, et qui peuvent se transformer en *Bactéries*, *Vibrions*, *Palmella*, *Leptothrix*, levûre et enfin en *mycelium*; de même, une *Monade* ciliée.

Hallier, auquel nous sommes forcé de revenir, fait connaître ses idées sur les fermentations³; nous en extrayons ce qui suit :

¹ *Cylindrotaenium Cholerae asiaticae*. (ARCHIV F. PATHOLOG. ANATOMIE, vol. XXXVIII, cah. II, pp. 221-224, tab. VII, VIII; 1867.)

² *Ueber Abstammung und Entwicklung des Bacterium Termo*. *Schulze's Archiv*, III, pp. 517-541, tab. XIX; 1867.

³ *Gährungserscheinung*. Leipzig, mars 1867.

« La fermentation alcoolique est produite par la forme levûre du » *Penicillium crustaceum*, du *Mucor* et de l'*Aspergillus glaucus*¹ ; » la fermentation lactique est également produite par le *Penicillium*² ; quant au changement de l'amidon en sucre dans la germination des végétaux et le corps des animaux, il est vraisemblablement occasionné par les *Leptothrix*³. Il en est de même de la fermentation pectinique⁴. Les fermentations butyrique⁵, acétique et oléique⁶ sont dues au *Penicillium*. » *Hallier* donne enfin l'histoire du *Penicillium*⁷, en faisant remarquer que pour voir les phases décrites par lui, il faut les plus forts grossissements⁸, une grande habitude des recherches microscopiques analogues, des précautions scrupuleuses, telles que celle d'écarter par un écran la lumière de l'œil qui observe; enfin, qu'il faut regarder longtemps dans le microscope pour accommoder l'œil. Probablement, les observateurs antérieurs auront oublié quelqueune de ces précautions essentielles; ainsi s'explique le fait que jamais personne n'ait pu confirmer les observations de *Hallier*. Quant à l'histoire du *Penicillium*, elle est toujours la même : les spores semées dans l'eau forment des zoospores, celles-ci des *Leptothrix*; les *Leptothrix*, le *Penicillium-Mucor*.

Hallier obtient encore des levûres d'un *Aspergillus*, d'un *Penicillium* qu'il nomme *viride*, du *Rhizopus nigricans*, et trouve, chose surprenante, que le champignon du *Herpes tonsurans* provient de l'*Ustilago carbo*. Tul.⁹. Ces formes sont en relation avec l'*Aspergillus*¹⁰.

¹ *Gährungserscheinung*, p. 18.

² *Ibid.*, p. 26.

³ *Ibid.*, pp. 27 et suivantes.

⁴ *Ibid.*, p. 55.

⁵ *Ibid.*, p. 54.

⁶ *Ibid.*, p. 42.

⁷ *Ibid.*, p. 48.

⁸ *Ibid.*, p. 51.

⁹ *Loco citato*, p. 78.

¹⁰ Les lecteurs munis d'une forte dose de bonne volonté pourront consulter les *Landwirthschaft Versuch Stationen*, IX, n° 4, p. 260; 1867. — *Entwicke-*

Comme on le voit, *Hallier* devient de plus en plus insaisissable; aussi se plaint-il ¹ d'être mal interprété par *Hoffmann*; les polymorphistes commencent à ne plus se comprendre entre eux.

Hallier, que nous écourtons de plus en plus, trouve une nouvelle forme de développement pour le *Tilletia caries* Tul. ². Les spores du *Tilletia* en germant dans les liquides forment des filaments analogues à ceux de l'Oïdium. Les spores submergées donnent naissance à de petites sphères formées par division spontanée du plasma des spores; ces sphères constituent le *Micrococcus*; c'est à celui-ci que *Hallier* rapporte les spores trouvées par *Klob* et *Thomé* dans les déjections des cholériques. Le *Penicillium* se développe directement du *Tilletia* et réciproquement; l'*Achlya*, le *Mucor*, etc., appartiennent au même cercle de formes. La fameuse trinité *Levure-Penicillium-Mucor* a fait du chemin, on le voit; elle a englobé *Aspergillus*, *Ustilago*, *Tilletia*, *Achlya*, etc. Aussi *Hoffmann*, auquel on doit le polymorphisme du *Mucor-Achlya*, etc, est-il scandalisé du polymorphisme envahissant de *Hallier*. « Si l'auteur, dit-il ³, continue ses cultures sur empois » avec le zèle et la judiciosité qui l'ont guidé jusqu'à présent, » il gagnera sans aucun doute la certitude que tous les champignons ne sont que des formes de son *Micrococcus* et de son *Penicillium*, et ceci, non-seulement simplifiera et facilitera » l'étude de la mycologie, mais rehaussera son crédit auprès des » gens incompetents et incapables de juger des choses par eux-mêmes. »

Hallier s'occupe ensuite du choléra qu'il soumet également aux lois de son polymorphisme ⁴.

Ustilago carbo, où *Hallier* s'occupe du polymorphisme de l'*Ustilago carbo*.

¹ *Die Elementarorgane der Pilze.* (ARCHIV DER PHARMACIE VON BLEY UND LUDWIG, 129. Vol. I et II, pp. 68 et suivantes; 1867.)

² *Landwirthsch. Versuch. Stat.*, IX, n° 5, pp. 536 et suivantes; 1867.

³ *Bot. Zeit.*, p. 196; 1869.

⁴ *Das Cholera Contagium. Bot. Untersuch. f. Aerzte und Naturforcher. Mitgetheilt 1867 et Landwirths. Versuch. Stat.*, p. 531; 1867.

« Le champignon qui produit cette maladie est », dit *Hallier*, « un *Urocystis* » (nous verrons plus loin qu'il n'a rien de commun avec l'*Urocystis*), lequel rentre de nouveau dans le cercle *Mucor-Penicillium-Tilletia*, etc. Cet *Urocystis* croissait dans l'Inde sur le riz; or, comme on pourrait s'étonner que le *Penicillium-Mucor* si répandu chez nous ne formât pas l'*Urocystis* sur le riz de nos contrées, *Hallier* trouve que la température de nos climats est trop basse pour que cette forme se produise, mais elle se développe bien dans l'intestin humain qui possède à peu près la température de l'Inde.

A la même époque, *Klob* et *Thomé* s'occupaient aussi du champignon du choléra; mais tandis que le premier ¹ attribuait le fléau aux *Bactéries* (*Zoogloea Bacterium Termo* ou *Vibrio lineola*), le second ² lui donnait pour cause un organisme nouveau qu'il décore du nom de *Cylindrotaenium cholerae asiaticae*.

L'ouvrage de *Thomé* écrit dans la manière de *Hallier*, nous fait assister à l'organisation des granules protoplasmiques en zoospores; dans les déjections se trouvent des corpuscules arrondis très-petits et d'autres organismes plus grands; les petits sont nommés *choleraesporos*. Dans les vomissements se rencontrent des corpuscules relativement grands, dont le protoplasme peut se transformer en spores; la membrane se résout, les spores copulent en se réunissant les unes aux autres. *Thomé* n'a pu cultiver ces spores sur porte-objet, mais une partie des déjections abandonnée à elle-même donne le *Penicillium* etc; sur du suc de citron, pain avec salive, etc., le *Cylindrotaenium cholerae*. On voit que les inventeurs du champignon du choléra sont bien loin de s'entendre. Tandis que *Klob* ne trouve dans les déjections que des *Bactéries*, *Hallier* y découvre des *Urocystis*, qui ne sont autres que les cellules du mycelium du *Mucor racemosus*, végé-

¹ J. M. KLOB, *Patholog. anatom. Studien über das Wesen des Cholera-process mit 1 Tafel*; Leipzig, 1867.

² THOMÉ O. W., *Cylindrotaenium cholerae asiaticae, ein neuer in den Cholera Ausleerungen gefundener Pilz*. (ARCHIV FÜR PATHOL. ANATOMIE, Bd. XXXVIII. Heft. II, pp. 221-244; 1867.)

tant dans une solution nutritive à l'abri de l'air ¹, et Thomé un *Cylindrotaenium*, qui n'est en réalité que l'*Oidium lactis* ².

Nous arrivons enfin au dernier ouvrage de Hallier. Dans sa *Phytopathologie* ³ l'auteur a compris qu'il devait chercher à apporter quelque ordre dans le désordre qu'il avait introduit; il cherche à expliquer son système plus clairement et y parvient jusqu'à un certain point; il va de soi que le fonds du sujet est toujours composé du même assemblage d'inexactitudes et d'observations fausses; seulement, nous savons enfin ce qu'il entend par *Leptothrix*, *Micrococcus*, *Arthrocooccus*, etc. — Dans les *Algues* et les *Champignons*, sous certaines influences, a lieu la formation des *Leptothrix*, aussi bien aux dépens du contenu granuleux des spores que de celui des cellules végétatives. Les *Leptothrix* sont même souvent visibles à l'intérieur de la membrane; ils sont immobiles chez les champignons supérieurs, mobiles chez les inférieurs; dans ce dernier cas, ils constituent les zoospores ⁴. Dans les champignons de moisissure et chez certaines *Algues*, ces *Leptothrix* forment en se divisant par étranglement (*Abschnürung*) des chaînes composées de membres nombreux.

Ici, on commence à comprendre. Les *Leptothrix* de Hallier sont certainement des *Bactéries*; celles-ci peuvent être mobiles ou immobiles en effet; elles se divisent en formant des chaînes nombreuses; mais elles ne sont pas le résultat d'une manifestation vitale des spores de champignons; elles sont parasites de ces dernières, elles les mangent; tombées de l'air dans un liquide, elles détruisent rapidement les corps organiques qu'il renferme, à moins que ceux-ci n'aient rencontré un milieu assez favorable pour se développer rapidement et acquérir un degré de vigueur qui leur permette de résister aux atteintes des parasites.

¹ DE BARY, *Schimmel und Hefe*. 2^{te} Auflage. *Sammlung gemeinverständl. wissenschaftlich. Vorträge*, herausgeg. von Virchow und Holtzendorff. Berlin, pp. 43 et 44; 1873.

² *Ibid.*, p. 47.

³ Leipzig, 1868. *Phytopathologie*.

⁴ *Loco citato*, p. 5.

Hallier fait connaître ¹ que non-seulement les Champignons inférieurs donnent naissance aux *Leptothrix*, mais qu'aussi les cellules des *Bolets* et des *Agarics*, surtout les basidies et les paraphyses, placées dans un liquide, donnent naissance à cette même production.

Ce qui est vrai, c'est que les *Bactéries* attaquent n'importe quel corps protoplasmique; à plus forte raison se développent-elles sur des portions de champignons isolées (basidies, paraphyses) qui n'attendent que la décomposition.

Ces *Leptothrix* se transforment, suivant *Hallier*, en levûre; de plus, il s'est persuadé d'un fait qu'il énonce ainsi: « Chaque » première et pure levûre provient des noyaux plasmiques. » Si l'on sème dans une solution fermentescible des acrospores du *Penicillium crustaceum* ou bien une forme appartenant à une même génération que lui, par exemple les conidies du champignon du *Favus*, après quelques heures, les noyaux sortent de beaucoup de spores: deux heures après le semis déjà, on reconnaît au milieu de noyaux nombreux qui s'agitent, d'autres noyaux au repos; ceux-ci sont gonflés et possèdent un noyau central; en un mot, on voit de jeunes cellules de levûre de toute grosseur, atteignant même celle des *Cryptococcus cerevisiae*. *Hallier* conserve ce nom pour les cellules, issues de *Leptothrix*, qui produisent la fermentation alcoolique.

Ici encore, nous pouvons entrevoir la cause des erreurs de *Hallier*. On sème des spores de *Penicillium* dans une liqueur fermentescible; les *Bactéries* arrivent en même temps que les *Hormiscium cerevisiae* de la fermentation alcoolique, les uns et les autres étant très-répandus dans l'air, et se rencontrant également bien à l'état spontané dans les solutions où l'on n'a rien semé. — Quelques heures après, on examine le liquide, on y trouve des *Bactéries* en train de se multiplier prodigieusement (*Leptothrix*, *Zoospores*); à côté de celles-ci, des spores de *Penicillium* augmentées de volume comme cela se produit dans la germination de ce champignon, d'autres spores de *Penicillium* de toute grosseur, en

¹ *Ibid.*, p. 6.

même temps les cellules de *Hormiscium*, apportées par l'air, et qui commencent à bourgeonner. L'expérience continuant, les spores de *Penicillium* ne se développent guère et sont détruites par les *Bactéries*; au contraire, les levûres, qui sont dans leur milieu, s'accroissent rapidement et végètent vigoureusement; la transformation est ainsi opérée. Quelques spores de *Penicillium* arrivent-elles à la surface du liquide, ou bien y sont-elles portées par les bulles dégagées par la fermentation, ou bien encore viennent-elles de l'extérieur, le *Penicillium* fructifie, ce que l'on ne manque pas d'attribuer à la levûre qui s'organise; ainsi la transformation est complète. C'est ainsi que semant les *Leptothrix* de la bouche dans une solution fermentescible ¹, *Hullier* en obtient levûre, *Penicillium* et d'autres champignons.

Enfin, le même auteur nous donne aussi quelques définitions: Le *Penicillium crustaceum* est très-riche en formes; comme moisissure, il en présente deux principales: plante aérosporée (*Penicillium*), plante thécasporée (*Mucor*). La levûre de ce champignon et de tous les champignons présente trois formes, différant d'après le substratum qui les produit; elles ont nom: *Micrococcus*, *Cryptococcus* et *Arthrocooccus* ². La levûre pure prend naissance comme suit: les spores laissent sortir leurs noyaux; ceux-ci, devenus libres, sont principalement des zoospores qui finalement viennent au repos et se multiplient par division; ainsi est formé le *Micrococcus*, c'est-à-dire une levûre à cellules très-petites, très-nombreuses et qui affectionne surtout le sol riche en azote; elle cause la fermentation putride (*Fäulniss process*), mais se présente aussi dans la fermentation gallique.

Si la solution est susceptible de fermentation alcoolique, les zoospores au repos, ou le *Micrococcus* préalablement formé, se gonflent; une membrane devient visible, le *Cryptococcus* est produit et se multiplie par bourgeonnement. Par contre, la formation d'acide a-t-elle lieu dans la solution employée, les noyaux

¹ *Loco citato*, p. 7.

² *Ibid.*, p. 225

s'allongent, se divisent par étranglement et produisent l'*Arthro-coccus*.

Outre ces définitions, l'auteur publiait de nouveaux détails sur le polymorphisme du *Penicillium Mucor*. La *Sphacélie* du seigle ergoté ¹ forme un *Micrococcus* qui, dans une solution sucrée, produit le *Torula aceti*; chez les *Ustilaginées* ² le mycélium en entrant dans la plante nourricière forme des *Micrococcus* qui lui servent à transformer l'amidon des cellules en gomme soluble!! Si les autres botanistes n'ont pas aperçu ces organismes, cela est dû à la petitesse de ces derniers. L'*Ustilago carbo* est un membre de l'évolution de l'*Eurotium-Aspergillus*. Le *Tilletia caries* Tul. forme également des *Leptothrix* et des levûres ³. Enfin le *Pleospora herbarum* fait partie du cercle *Botrytis - Rhizopus - Tilletia - Erysibe - Micrococcus - Levûre*.

Après sa *Phytopathologie*, *Hallier* ne publie plus guère que des recherches isolées sur les pustules des brebis ⁴. *De Bary*, dans un écrit qui visait particulièrement le parrain du *Micrococcus* ⁵, avait dévoilé les vices de sa méthode, ainsi que les erreurs scientifiques qui parsemaient ses ouvrages. *Hallier* et sa théorie recevaient un coup dont ni l'un ni l'autre n'ont pu se relever. Les recherches des élèves de *de Bary*, *Reess* et *Brefeld*, ainsi que celles de *Cohn* ont achevé de plonger *Hallier* dans l'oubli le plus profond.

Dans l'écrit dont nous parlons, écrit important au point de vue qui nous occupe, *de Bary* attribuait aux *Bactéries* (*Schizomycètes* de *Nägeli*) les organismes découverts par *Klob* dans les déjections des cholériques et auxquels celui-ci donne le nom de *Bacterium*, levûre *Leptothrix*. Par rapport aux conclusions de *Klob*, que les *Leptothrix*, etc., seraient une forme de végétation inférieure en rapport avec des espèces de champignons plus élevés, *de Bary* fait

¹ *Loco citato*, p. 240.

² *Ibid.*, p. 247.

³ *Ibid.*, p. 261.

⁴ *Landwirtsch. Versuch. Stat.*, X, n° 2, pp. 148-154; 1868.

⁵ *Bericht über die in den Cholera Ausleerungen vorgefundene Pilze*. De *Bary*, *Virchow und Hirsch*, *Jahresbericht über die Leistungen*, etc., II Jahr 1867; II vol. I Abth., pp. 240-252.

remarquer que si les *Bactéries* s'accordent avec les champignons en ce qu'elles ont besoin pour se nourrir de matière organisée et en ce qu'elles manquent de chlorophylle, en revanche, leur structure et leur développement sont très-éloignés de ceux des champignons. Ceux-ci ne se distinguent pas seulement par leurs organes reproducteurs caractéristiques, mais aussi par les éléments dont se composent leurs organes végétatifs. Ainsi les *Schizomycètes* se multiplient par division, tous les membres formés étant équivalents et se divisant ensuite de nouveau, alors que chez les Champignons la croissance s'opère par une extrémité, tandis qu'elle s'éteint à une certaine distance de celle-ci; de plus, les champignons se ramifient par bourgeonnement latéral des cellules. Or, la systématique, fondée sur la morphologie et l'histoire du développement, doit séparer les deux groupes, de même qu'elle ne prend pas une *Orchidée* sans chlorophylle, pour la réunir à une *Gentianée* également sans chlorophylle, parce qu'elles vivent l'une et l'autre aux dépens de substances organisées. *De Bary* remarque que les *Schizomycètes* sont du reste voisins de certaines Algues, notamment des *Nostocacées*. Pour un certain nombre de ces dernières plantes, on connaît des rapports de formes et de développement qui s'accordent avec ce que l'on connaît des *Schizomycètes*, de la division de leurs cellules, de leur disposition, de leur assemblage en bâtonnets gélatineux et de leur alternance de repos et de mouvement.

De Bary s'occupe ensuite de *Hallier*; il analyse brièvement les données de celui-ci sur le *Micrococcus-Leptothrix-Penicillium*. Il en fait ressortir l'inconséquence. « Il est clair », dit *de Bary*, « que pour trouver la preuve qu'un organisme est un degré de » développement ou un produit du développement d'un autre » organisme, il faut examiner la *continuité organique* qui doit » une fois, à un temps donné, exister entre deux états de déve- » loppement ou générations d'une espèce, et pour parler populai- » rement, voir par là, d'une manière non douteuse, que A sort de » B et comment il en sort, après qu'on a bien établi que d'avance, » A n'était pas entré en B. La commensalité ou la succession » de deux ou plusieurs formes au même endroit, ne prouve abso-

» lument rien pour leur relation génésique. Nous savons que de
 » semences de froment sortent toujours des plantes de froment,
 » parce que nous voyons le fait directement à chaque grain que
 » nous observons, et non pas parce que là où a été semé du
 » froment il se produit du froment. Nous savons aussi par les
 » mêmes observations correspondantes et ultérieures que l'ivraie,
 » qui croît aussi où est semé le froment, est produite par une
 » semence particulière et non par la semence du froment, comme
 » on l'avait supposé pendant longtemps. Les mêmes expériences
 » ont la même valeur pour tous les autres cas, et la preuve directe
 » de ce que nous avons nommé plus haut *continuité organique*,
 » doit être exigée d'autant plus exactement, dans chaque cas, que
 » les organismes en question sont plus petits et plus simples, que
 » par conséquent leurs caractères distinctifs sont moins saisissables et rendent leur confusion plus facile.

Jamais on ne trouve dans les écrits de *Hallier* une telle preuve
 » de la relation génésique des organismes qui ont été trouvés
 » dans les déjections des cholériques et dans leur culture. Et
 » d'abord les faits rapportés par *Hallier*, concernant des corps
 » trouvés dans des déjections conservées, ne prouvent qu'une
 » chose, c'est que l'auteur a rencontré les uns avec les autres,
 » les différents objets qu'il décrit; leur rapprochement dans la
 » ligne de développement citée est complètement arbitraire et
 » basé sur des ressemblances et sur leur existence réelle ou
 » supposée. »

Quant aux modes de cultures employés par *Hallier* dans ses
 recherches sur le champignon du Choléra, *de Bary* fait remarquer
 que si les appareils mis en œuvre étaient de nature à écarter
 les spores provenant de l'extérieur, on plaçait dans cet appareil
 des déjections de cholériques, lesquelles contenaient *Micrococcus*,
Torula, *Penicillium*, *Mucor*; on récoltait après un certain temps
Mucor, *Penicillium*, *Torula*, *Micrococcus*, c'est-à-dire, ce qu'on
 avait semé; mais à ces résultats manque toujours la stricte preuve
 de la continuité organique.

Doit-on considérer comme admissible la conclusion que toutes
 les formes nommées sont les membres d'un cercle de développe-

ment et comme telles sont en relation génésique, ou bien cette autre conclusion : que chaque forme récoltée provient de la forme homologue semée?...

Ainsi, la preuve de la continuité organique doit être donnée; *Hallier* pourrait à peine se dispenser de la produire ici, s'il l'avait fournie dans ses écrits antérieurs. Mais *de Bary* avoue avoir fait les efforts les plus consciencieux pour vérifier les assertions de *Hallier* et n'avoir abouti qu'à des résultats opposés aux siens. De plus, les figures de *Hallier*, celles qui sont censées montrer la continuité organique, ne représentent nullement cette continuité; les spores contenues dans un cyste sont supposées germer en traversant l'enveloppe du cyste que représente la figure de *Hallier* (l'auteur aura sans doute reproduit la préparation dans la position qui lui semblait la plus convaincante). La figure montre les spores enfermées dans le cyste, et un filament attaché extérieurement sur celui-ci; ce filament ne sort pas de l'espace intérieur et ne se trouve en contact avec aucune spore. Une autre figure (fig. 32 de *Hallier*) est censée représenter de nouveau un cyste dont l'enveloppe est traversée par les tubes germinatifs des spores. Que nous montre la figure? Un amas de corps ronds, chacun possédant un contour simple et net, mais aucune trace d'enveloppe commune; rien qui puisse être considéré comme cyste ou comme cloison du cyste; de la périphérie de l'amas rayonnent plusieurs fragments ou extrémités de filaments. Lorsqu'on regarde la figure, on doit se demander si ces filaments sortent de l'intérieur de l'amas, ou s'ils proviennent d'entre les spores et les traversent, ou bien s'ils s'étendent peut-être sous l'amas, celui-ci reposant sur eux. Celui qui a vu et qui s'est clairement expliqué une figure représentant une spore de champignon poussant des tubes germinatifs, ne croira jamais que les filaments figurés sortent des spores comme filaments germinatifs. En tous cas, ce fait peut encore être mis en question. — Ainsi, cette figure, qui devrait être pourtant un spécimen choisi, donne lieu à quatre questions qui ne peuvent être résolues, même en écartant l'idée de l'absence de cyste ou de membrane du cyste.

De Bary s'occupe ensuite de quelques champignons faisant

partie du fameux cercle de *Hallier*, *Micrococcus-Mucor-Penicillium-Oïdium*, etc., et fait remarquer :

1° Que *Hallier* qui identifie *Mucor* et *Oïdium*, n'a probablement pas rencontré le véritable *Oïdium* dans ses cultures; qu'en tous cas, il n'est pas représenté dans ses figures, même quand *Hallier* l'y suppose.

2° Que quant aux *Micrococcus*, il n'est pas possible de distinguer s'ils sont véritablement des organismes, de petites cellules indépendantes, ou bien s'ils sont n'importe quelle autre espèce de corpuscules punctiformes.

3° Que le *Tilletia* signalé par l'auteur ne paraît dans aucune planche, et qu'on ne peut dire ce que l'auteur se figure sous ce nom.

Quant à l'*Urocystis cholerae*, *Hallier* le prenait pour une forme de *Penicillium-Mucor*; cette forme devait se développer dans l'Inde sur les *Graminées*, « attendu, disait-il, que les *Ustilaginées* » habitent en général les plantes de cette famille et que la manifestation du choléra est en rapport avec la non réussite de la » moisson du riz. » *Hallier* sema du riz et l'arrosa avec des déjections de cholériques; il constata que les racines étaient envahies par un champignon, mais ses expériences n'avaient pas donné d'autres résultats à l'époque de leur publication.

De Bary remarque, quant aux détails scientifiques donnés par *Hallier* sur son *Urocystis*, que l'on connaissait trois espèces d'*Urocystis* très-semblables entre elles; l'une des trois espèces, l'*Urocystis occulta*, vit en parasite, non sur les *Graminées*, mais sur une espèce de *Graminée*, le seigle; les deux autres espèces ne se rencontrent pas sur les *Graminées*, mais le plus souvent sur les *Renonculacées* (*Ranunculus*, *Anemone*, *Helleborus*). « Donc, » pour qui possède, en fait de champignons, autant de connaissances qu'on peut en acquérir dans une Flore cryptogamique, il » est deux fois plus probable qu'il faudra chercher l'*Urocystis* » *cholerae* sur tout autre plante que sur une *Graminée*; ainsi, au » point de vue mycologique, il n'existe aucune raison de se précipiter sur le riz et de le considérer comme le porteur du » champignon du choléra. »

De Bary examine enfin le soi-disant *Urocystis* de *Hallier* et reproduit sa figure, en même temps qu'une autre figure représentant exactement la germination de l'*Urocystis occulta*, et prouve à l'évidence que les deux formes n'ont en commun que ces caractères : elles sont des cellules végétales et manquent de chlorophylle. Quant à la germination attribuée par *Hallier* à l'*Urocystis occulta*, et qui coïncide en tous points, dit-il, avec celle de l'*Urocystis cholerae*, elle n'est qu'une fantaisie de l'auteur; jamais l'*Urocystis occulta* n'a germé de cette façon; jamais personne n'a observé ce mode de développement qui n'a pu prendre naissance que dans l'imagination trop féconde de l'auteur. En présence des explications fournies par *Hallier*, sur « ce sujet », remarque *de Bary*, « la raison et le jugement du botaniste doivent s'arrêter. Les » observations de l'auteur concernant le champignon du choléra, » ainsi que ses inventions de formes et de développement des » champignons se trouvent en dehors de toute science actuelle, » si les connaissances les plus simples et les plus solidement » établies des botanistes et si la logique ordinaire ne sont pas de » vains mots. »

A partir de 1868, le polymorphisme entre dans sa période de décroissance et ne fournit plus que quelques travaux d'une certaine étendue. *Pouchet*¹ réclamait par deux fois la priorité, pour avoir démontré que la levûre des fermentations ne représente nullement un végétal monocellulaire, mais qu'elle n'est formée que de séminules ou de spores spontanées, qui par leur germination donnent naissance à des *Penicillium*, des *Aspergillus*, des *Asco-phora*, etc.

*H. Schürtz*² découvrait de nouveau dans les liquides organiques le *Micrococcus* de *Hallier*; ce *Micrococcus* dans le bœuf bouilli additionné d'eau sucrée formait une pellicule composée de zoospores; sur une pomme de terre, une masse gélatineuse de *Bactéries*;

¹ *Comptes rendus de l'Acad. roy. des sciences de France*, t. LXVII, p. 576 et *ibid.*, p. 549; 1868.

² *Beiträge zur Kenntnaisse der pflanzlichen Parasiten der Cholera, der Vaccin*, etc. (ARCHIV F. HEILKUNDE VON GRIESINGER. Leipzig, 1868, IX, Heft I, pp. 64 et suivantes.)

l'auteur pense que la forme supérieure de son *Micrococcus* sera une *Ustilaginée* ou une *Urédinée*.

*Hartig*¹ brodait aussi quelques arabesques sur le thème *Micrococcus-Leptothrix-Penicillium*.

*Trécul*² voit la fermentation opérée par le *Penicillium*, et réciproquement celui-ci se développer de la levûre (*Mycoderma cerevisiae*).

Hoffmann, dans un ouvrage couronné³, répétait encore une partie de ses erreurs anciennes tout en faisant connaître quelques détails intéressants sur les *Bactéries*. Il remarquait, entre autres choses, que « les *Bactéries* nageant dans un liquide se fixent volontiers autour des obstacles qu'elles rencontrent, filaments mycéliens, fils de soie, etc., » et que ce phénomène avait fait croire à certains auteurs que les *Bactéries* et leurs analogues s'échappaient de l'intérieur des filaments fongins, où elles seraient engendrées aux dépens du plasma⁴.

« Si l'on rencontre⁵ des granulations mélangées aux *Bactéries*, qu'y a-t-il là d'étonnant? Ces granulations se voient toujours dans les spores depuis longtemps immergées, lorsque la matière est privée de vie ou sur le point de l'être. Le même phénomène s'observe dans les sporanges du *Mucor* qui n'ont pas atteint leur maturité et qu'on écrase sous l'eau, dans la chair gâtée ou dans toute autre substance corrompue, dans les cellules de levûre privées de vie, et parfois aussi dans les spores de *Penicillium* germées mais mourantes et plongées sous l'eau. Dans ces derniers exemples, on voit assez souvent un corpuscule, rarement deux, qui s'isole et est agité pendant plusieurs jours d'un mouvement de trépidation moléculaire. Tout *Mycelium* privé de vie et plongé sous l'eau en-

¹ *Ueber metamorph. Pilzbildung.* (LANDWIRTHS. VERSUCH. STAT., X, n° 2, pp. 162-171; 1868.)

² *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 157; 1868, et *Annales des sciences nat. Botanique*, 5^e sér., t. X, pp. 10 et suivantes; 1869.

³ *Ueber Bacterien* (*Bot. Zeit.*, t. XXVII, nos 15-20; 9 avril, 14 mai 1869; traduit dans les *Ann. des sciences nat. Bot.*, 5^e sér., XI; 1869.)

⁴ *Traduction des Annales des sciences*, p. 16.

⁵ *Loco citato*, pp. 39 et suivantes.

gendre de pareils corpuscules. Ces granules, les soi-disant *Micrococcus*, ne sont rien autre chose que des produits de désagrégation des détritits organiques, qui ne s'élèvent jamais à la dignité d'organismes nouveaux de quelque genre que ce soit; ils sont, si l'on peut ainsi parler, comme la fin de la mort et non le commencement d'une vie nouvelle. Que des *Bactéries* se montrent ou non au milieu d'eux, c'est un pur effet de causes accidentelles de même que la présence d'animalcules infusoires. D'autres fois on rencontre des gouttelettes de graisse ou bien un plasma muqueux ou des débris plus solides de substances organiques. Enfin toutes les *Bactéries* ne sont jamais engendrées que par des êtres de même nature qu'elles. » Malheureusement, à côté de ces choses parfaitement raisonnables, on retrouve de nouveau dans l'ouvrage de *Hoffmann* le polymorphisme levûre-*Penicillium* ¹.

Le limon qui recouvre la surface de la choucroute, dit *Hoffmann*, contient l'*Oïdium lactis* et d'autres mycéliums analogues, ainsi que des conidies isolées. Au bout de trois jours, dans de l'eau miellée et à une température de 9 à 15° R., ce limon a déterminé une fermentation manifeste accompagnée de bulles de gaz; après dix jours, le tube était complètement rempli d'un gaz qu'absorba une lessive de potasse; dans le fond de l'éprouvette se trouvait la levûre normale. Dans le mycélium primitif (celui de la choucroute) ne se trouvait aucune trace de *Penicillium* ou d'autres moisissures (?) Au contraire, le nouveau sédiment de levûre, cultivé dans un appareil approprié, forme le *Mucor mucedo* et le *Penicillium glaucum* avec fructification normale ². Après avoir mentionné d'autres expériences, *Hoffmann* concluait : « En somme, on peut » obtenir de la levûre d'un mycélium dépourvu de spores; la » levûre ne procède pas nécessairement ou exclusivement de » spores proprement dites; elle n'est pas non plus une forme de » spores anormale ou atypique, ce que montre aussi son mode de » germination semblable au chapelet de spores du *Penicillium*. » La levûre globuleuse, telle que *Hoffmann* l'a obtenue du *Mucor*,

¹ *Loco citato*, p. 54.

² *Ibid.*, p. 47.

montre, suivant cet auteur, que la ressemblance des chapelets de la levûre avec ceux formés par les conidies (*Pinselsporen*) du *Penicillium* n'a pas d'autre signification morphologique, car les spores du *Mucor* sont différemment arrangées entre elles et pourtant elles peuvent donner une levûre en chapelet. La levûre est une forme spéciale parmi les *Conidies* produites par désarticulation; ainsi, chez les *Mucor*, elle naît du mycélium; il en est de même chez le *Penicillium* dont les spores (*Pinselsporen*) sont des conidies zymoïdes (*hefenartig*) aériennes. Si l'on veut, la levûre est aussi une forme aquatique des conidies aériennes ordinaires; mais celles-ci n'ont aucune ressemblance physiologique avec les vraies spores, telles que celles qui naissent dans les vésicules des *Mucor*.

Résumant ensuite ses recherches, *Hoffmann* faisait connaître les formes que lui a données la levûre de bière ¹; *Penicillium glaucum*, *Mucor racemosus*, *Mucor mucedo*, *Oidium lactis*, *Acrostalagmus cinnabarinus*, *Verticillium ruberrimum*, *Polyactis vulgaris*, puis *Cephalosporium acrimonium*, *Sporocybe byssoïdes* et des *Bactéries*.

Voilà certes un nombre raisonnable de transformations, si l'on considère que leur inventeur est ce même *Hoffmann* qui reprochait à *Hallier* le polymorphisme de son *Micrococcus* en termes si ironiques.

Enfin *Hoffmann* attribue au *Penicillium* les fermentations acétique ² et alcoolique ³. L'*Oidium lactis* a fourni sur une pomme de terre le *Penicillium*.

Outre une nouvelle note de M. *Trécul* qui identifie encore les *Bactéries* avec le *Mycoderma cerevisiae* et le *Penicillium* et qui n'admet pas que la fermentation du liquide approprié soit causée par des organismes venant de l'air, il nous reste à parler de deux ouvrages, les deux derniers qu'ait produits la théorie du polymorphisme; ils ont pour auteurs M. *Carnoy* et M. *Klein*.

¹ *Loco citato*, p. 51.

² *Ibid.*, p. 55.

³ *Ibid.*, p. 56.

M. Carnoy¹, dans un ouvrage auquel a été décerné en Belgique le prix quinquennal des sciences naturelles, fait l'histoire d'une Mucorinée gigantesque à laquelle il donne le nom de *Mucor romanus*². Ce *Mucor* posséderait deux sortes de formes que M. Carnoy nomme les formes *mucoréennes* et les formes *mucédinées*. Les premières comprennent : 1° l'appareil sporangifère (sporange, columelle et spore) habituel des *Mucorinées*; 2° les Macroconidies (végétation des *Mucor* dans les liquides, à l'abri de l'air); enfin 3° la forme sporangiale secondaire qui répond pour M. Carnoy à la forme *Thamnidium* du *Mucor mucedo*³, et que l'auteur figure dans sa planche IV. Il est assez difficile de reconnaître ce que l'auteur comprend dans cette dernière catégorie; nous ne pouvons voir dans la forme figurée, même planche (fig. 1) et donnée comme forme sporangiale secondaire du *Mucor vulgaris*, que de jeunes sporanges de ce *Mucor*, qu'une circonstance quelconque (enfouissement dans le liquide, ou dessèchement par l'air), a empêchés de se développer normalement.

Les formes mucédinées du *Mucor romanus* sont plus nombreuses; elles sont cinq : 1° forme *levûre*; 2° forme *Penicillium*; 3° forme *Botrytis*; 4° forme *Torula*; 5° forme d'*Ascomycète*.

Forme levûre. « Elle apparaît quand les spores du *Mucor*

¹ *Recherches morph. et physiolog. sur les Champignons* (BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE BOTANIQUE DE BELGIQUE, t. IX, p. 157; 1870).

² VAN TIEGHEM et LEMONNIER (*Recherches sur les Mucorinées*, ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, 5^e sér., t. XVII) ont fait connaître que le *Mucor* de M. Carnoy n'était rien d'autre que le *Phycomyces nitens* de Kunze; ils disent : L'auteur (M. Carnoy) étudie surtout un *Mucor* qu'il considère comme nouveau et qu'il nomme *Mucor romanus*. Nous ne saurions voir dans cette plante autre chose que le *Phycomyces nitens* de Kunze, Mucorinée des mieux caractérisées et dont le signe extérieur le plus frappant est bien connu depuis Agardh, qui l'a signalée dès 1817 sous le nom significatif d'*Uva nitens*; nous l'avons nous-mêmes longtemps cultivée, comme on le verra plus loin. Il est regrettable que M. Carnoy n'ait pas su reconnaître la plante si caractéristique qu'il étudiait...., etc.

³ Nous verrons plus tard que cette forme est complètement indépendante du *Mucor mucedo* et de toute autre Mucorinée, et constitue à elle seule une espèce qui porte le nom de *Thamnidium elegans*.

» *romanus* séjournent sur un sol aride ou quand on les sème
 » sur un sol impropre à leur germination normale ¹; elles or-
 » ganisent à leur intérieur des nodules solides blancs et bril-
 » lants, analogues de forme à des noyaux du cytotlaste cellu-
 » laire. Aussi longtemps que ces nodules sont jeunes et qu'il
 » reste encore du protoplasme ordinaire dans les spores, ils
 » n'empêchent pas la germination mucoréenne. En effet, si on les
 » porte sur un quartier d'orange, elles s'y nourrissent, s'engi-
 » chissent de protoplasme et l'on voit peu à peu leurs nodules se
 » fondre entièrement; les spores ne renferment plus que du pro-
 » toplasme ordinaire, gris et finement granuleux, et incontinent
 » elles germent en produisant un mycélium mucoréen véritable
 » et fertile. Mais quand elles ne peuvent plus germer de cette
 » manière, elles présentent de tout autres phénomènes. Les
 » nodules, au lieu de disparaître, se nourrissent et deviennent un
 » peu granuleux à leur centre. Alors, le plus souvent la spore
 » crève et épanche ses nodules. Ceux-ci grossissent visiblement;
 » on y voit une lacune ovale centrale, et sans attendre plus long-
 » temps, ils se mettent à bourgeonner. On reconnaît dès lors
 » qu'on a assisté à la formation d'une levûre véritable... Le *Mucor*
 » *romanus* n'est pas la seule espèce qui nous ait offert cette
 » métamorphose; les *M. caninus* et *vulgaris* et surtout les spores
 » du *Rhizopus*, toujours si discernables à leur couleur noire et à
 » leurs plis, nous l'ont présentée à plusieurs reprises d'une
 » manière aussi nette et aussi claire. Et ce qu'il y a de plus sin-
 » gulier, c'est qu'il serait impossible de distinguer ces deux
 » levûres, l'une de l'autre; elles se forment de la même manière,
 » elles ont le même aspect et le même volume. Elles sont de la
 » nature de celles qu'on a appelées *Cryptococcus*. Cela provient
 » sans doute du milieu où elles naissent... L'orange est acide: la
 » levûre qui s'y développe doit donc affecter la forme *Crypto-*
 » *coccus*. Dans d'autres milieux, on obtiendrait sûrement les deux
 » autres formes: *Protococcus* et *Arthrocooccus*...

» Il nous a paru intéressant de rechercher quels seraient les

¹ *Ibid*, p. 153.

» produits de la germination de cette levûre; nous l'avons semée
 » à différentes reprises sur de la pulpe d'orange et de citron;
 » mais nous n'avons jamais pu obtenir, par ce procédé, de résultat
 » satisfaisant. Au lieu de germer, elle pullule de nouveau et
 » recouvre bientôt tout le sol qui lui est offert. »

M. Carnoy, on le voit, répète les erreurs de Hallier dont il s'inspire, et qu'il cite souvent avec complaisance ¹; il ne s'aperçoit pas que les circonstances qu'il donne comme nécessaires à la transformation des spores mucoréennes en levûre n'ont d'autre résultat que d'amener la mort des premières. La figure 4 a, b, c. pl. VI, qui est destinée à représenter la formation de levûre, ne nous montre en effet que cette dégradation du protoplasme qui se manifeste lorsque la nourriture d'une culture, par exemple, vient à manquer ou bien est subitement diluée ou bien encore est envahie par un autre champignon qui empêche le premier de prospérer. Nous nous refusons également à voir des cellules de levûre dans la figure 4 e; jamais les cellules de levûre n'ont ces contours ondulés que leur donne M. Carnoy; de plus, elles ont une membrane parfaitement distincte, que ne paraissent pas posséder celles de M. Carnoy, et de laquelle il n'est pas fait mention; enfin les cellules des *Saccharomyces* des levûres posséderaient, dessinées sous le même grossissement (490) que les figures de M. Carnoy, un volume double de celles-ci. L'expression de levûre n'est admissible que si l'on entend par là ces productions indéfinissables qui constituent le *Micrococcus* de Hallier; il paraîtrait même que M. Carnoy l'entendrait en ce sens, car il fait remarquer que ses levûres sont de la nature des *Cryptococcus*, et que dans d'autres milieux, on obtiendrait sûrement les deux autres formes *Protococcus* (c'est sans doute *Micrococcus* qu'il faut lire) et *Arthroccoccus* (2).

Pour faire germer la levûre sous forme de filaments ou pour la transformer, il faut employer un milieu sec et peu propre à la fermentation ³, tel, par exemple, qu'une peau d'orange que l'on n'ar-

¹ Voy. pp. 156, 158, 151.

² *Loco citato*, p. 156.

³ *Ibid.*, p. 158.

rose pas; dans ces conditions apparaît le *Penicillium*, ce qui nous semble inévitable; que pourrait-il se développer d'autre? On ne peut s'attendre un instant à ce que les levûres, en accordant ce nom aux productions premières, aillent se développer ultérieurement et fassent fermenter la peau sèche de l'orange. Que peut-il donc se produire, sinon la plus répandue des moisissures, le *Penicillium*?

Mais une chose nous a paru étrange : elle eût dû frapper également M. Carnoy : le *Penicillium* engendré par le *Mucor romanus* et dessiné sous un fort grossissement (490) ne représente, par sa taille, qu'un *Penicillium glaucum* modeste; la même remarque s'applique au *Botrytis* cité plus loin. Il est évident cependant que, si les noms *Penicillium* et *Botrytis* ne s'appliquent plus à une espèce déterminée, mais à des phases de l'évolution de certains champignons, un *Mucor* gigantesque, qui produit des sporanges énormes, et des filaments mycéliens d'une épaisseur remarquable, devrait former une phase *Penicillium* en rapport avec sa taille. On pourrait supposer que la remarque que nous faisons n'a pas été sans tourmenter l'auteur, qui a cherché à égaliser plus ou moins les deux formes dans ses figures : tandis que le *Mucor romanus* est dessiné sous des grossissements de 115 et 250, le *Botrytis* et le *Penicillium* sont dessinés sous des grossissements plus que doubles et quadruples (490).

Enfin M. Carnoy dépasse encore en exagération Hallier lui-même, quand il prétend « avoir dans ses notes assez de données » pour affirmer de la manière la plus catégorique que TOUS les champignons, cultivés dans certaines conditions, se transforment en un *Penicillium* à peu près identique partout ¹, et c'est pour cette raison, dit-il, que le *Penicillium* se retrouve partout et dans tous les pays. » Nous dirons, nous : le *Penicillium* est répandu partout, dans tous les pays, ce qui est dû à la variété des substratums sur lesquels il peut se produire; c'est pour cela qu'on le rencontre dans la plupart des cultures, surtout des cultures faites à la façon de M. Carnoy. Que signifie en effet

¹ *Loco citato*, p. 159.

une preuve du genre de celle-ci? Les levûres portées sur une orange développent un *Penicillium*. Où est cette *continuité organique*, ce *delenda Carthago*, par lequel de *Bary* répondait aux polymorphistes? Et de quelle valeur sont les conclusions basées sur de telles expériences? Quant à l'affirmation *catégorique* que tous les champignons peuvent se transformer en *Penicillium*, on nous permettra de la passer sous silence; il est des choses que l'on ne discute pas; nous sommes persuadé qu'aujourd'hui *M. Carnoy* lui-même regrette d'avoir laissé tomber de sa plume des assertions du genre de celle que nous signalons.

M. Carnoy n'a jamais pu obtenir d'une levûre autre chose qu'un mycélium pénicillien; jamais on ne voit sortir d'elle un mycélium mucoréen ¹; et plus loin ² il ajoute que de la levûre on ne peut retourner directement au *Mucor*. Il nous paraît impossible qu'il en soit autrement; la soi-disant fermentation de levûre est intimement liée à la désorganisation des spores du *Mucor*, que cette levûre soit composée de fragments protoplasmiques ou de Bactéries sphériques ou de quelque corpuscule que l'on veuille. Pour nous, il est clair que le *Penicillium* a beaucoup plus de chances de se développer, vu sa dispersion, que toute autre moisissure. A *M. Carnoy*, qui admet l'influence du milieu sur les modifications, il devait paraître singulier que la levûre semée sur le substratum qui avait donné naissance au *Mucor* ne reproduisît pas ce dernier. On voit qu'en acceptant même les résultats sans les discuter, on les trouve souvent en contradiction entre eux et avec la théorie; une chose frappera surtout ceux qui liront *M. Carnoy*: c'est que sa levûre, qu'elle provienne du *Mucor*, d'une autre levûre ou du *Penicillium*, est toujours concomitante de la *vieillesse et de l'incapacité de germer de l'organisme qui lui donne naissance*.

Forme pénicillienne. Le défaut de nourriture peut changer les spores de *Mucor* directement en *Penicillium* ³. Quand on sème

¹ *Loco citato*, p. 139.

² *Ibid.*, p. 140.

³ *Ibid.*, p. 140.

trop de spores à la même place, au milieu des spores ayant germé normalement, on en trouve d'autres ayant formé directement un *Penicillium*. La *grande vieillesse* a la même vertu; nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer de nouveau que les circonstances indiquées sont celles qui tuent le *Mucor*, ou, du moins, le placent dans des conditions de croissance tellement défavorables, qu'il est détruit par le *Penicillium* dans cette concurrence vitale. — Des spores datant d'un an ne produisirent jamais que le *Penicillium*, ce que nous croyons facilement, les spores des *Mucorinées* ayant perdu bien avant un an toute faculté germinative.

Veut-on savoir maintenant ce que M. Carnoy entend par germination d'une spore de *Mucor* en *Penicillium*? On n'a qu'à consulter sa planche VII, dont nous reproduisons une partie qui est censée montrer la transformation directe des deux formes, l'une dans l'autre. On voit (fig. 24 de nous, fig. 1 pl. VII de Carnoy), une spore, qui peut être une spore de *Phycomyces*, remplie de grandes vacuoles, ou de gouttes d'huile, comme il s'en produit dans les spores placées dans de mauvaises conditions de développement. En cet état, la spore est à peu près sur les limites de la vie et de la mort; placée dans une solution nutritive convenable, elle pourrait probablement encore reproduire le *Mucor*; si cela était, elle ferait disparaître ses vacuoles, le protoplasme redeviendrait granuleux, la membrane pousserait à un ou plusieurs points de son contour de larges hernies dont le contenu communiquerait facilement avec celui de la spore dont elle ne formerait qu'un golfe: ce mode de germination est du reste représenté par M. Carnoy (pl. V, fig. 1 et 2).

En est-il de même dans la figure qui nous occupe? Sur la spore en question se voit un filament cloisonné qui porte une fructification pénicillienne: d'où sort le filament? Impossible de le dire; il s'arrête à la spore contre laquelle il paraît appliqué, à moins qu'il ne parte de dessous elle. Quant à la spore elle-même, ses contours sont parfaitement intacts, nulle part ils ne sont atteints par la germination; son protoplasme granuleux et ses vacuoles ne se continuent aucunement dans le filament qui est représenté

comme possédant un contenu réfringent et uniforme. Si la spore a germé comme M. Carnoy le représente, on doit admettre que le tube germinatif s'est séparé de la spore par une cloison qui s'est formée *précisément en continuité de la membrane de la spore*, cas bien rare, tout à fait accidentel, et qui ne se présente certes pas une fois sur cent germinations, si toutefois il se présente.

Si M. Carnoy avait voulu nous convaincre de la germination de son *Phycomyces* (en admettant à priori que la spore prétendument germante soit une spore de *Phycomyces*), il devait nous représenter une série de figures indiquant les progrès de la germination. La première de ces figures nous eût montré les rudiments du tube germinatif, l'inflexion de la membrane de la spore en une hernie extérieure; la seconde eût pu nous faire assister à la formation de cette bienheureuse cloison, remplaçant exactement la portion de membrane soulevée, etc. Telle qu'elle est, la figure de M. Carnoy n'apporte aucun appui à sa théorie. Quiconque s'est un peu occupé de mycologie reconnaîtra bien un filament pénicillien appuyé contre une spore ou sortant de dessous elle; s'il est doué d'une certaine dose de bienveillance, il admettra également que la grosse spore appuyée contre le filament soit une spore de *Phycomyces*, mais nous ne croyons pas qu'il admette facilement, par l'inspection de cette seule figure, que la spore a produit le mycélium pénicillien.

Du reste, la plupart des faits cités par l'auteur conduisent à des conclusions opposées à celles qu'il en a tirées. Tels sont encore les suivants que nous transcrivons sans commentaires. « Des filaments de *Mucor* ayant fructifié¹ peuvent encore donner le » *Penicillium*; il en est de même de ceux qui n'ont pas fructifié; » mais, dans ce cas, ceux-ci ne donnent pas de fructification » mucoréenne. »

Nous nous arrêtons dans l'examen de cette partie du travail de M. Carnoy, non pas qu'il n'y ait plus d'erreurs à relever, mais parce qu'elles sautent aux yeux et sont toutes de même nature.

¹ *Loco citato*, p. 145.

Forme botrytienne. Lorsqu'on sème le *Phycomyces* sur des fèces, on voit apparaître à côté de lui un *Botrytis*, lequel, sur une orange, reproduit le *Phycomyces* et le *Penicillium* et jamais la forme *Botrytis*. *Van Tieghem* s'étant spécialement occupé de cette partie de l'ouvrage de *M. Carnoy*, nous lui empruntons les lignes suivantes :

« Nous avons bien des fois rencontré sur les excréments de
 » l'homme et des animaux le *Botrytis* dont parle *M. Carnoy*. Les
 » spores germent parfaitement en cellule dans la décoction et
 » même dans l'eau ordinaire, en donnant un mycélium cloisonné
 » et anastomosé qui se couvre après 48 heures de spores de
 » *Botrytis* semblables aux précédentes. Dans le jus d'orange, au
 » contraire, ou dans tout autre jus de fruit acide, ces spores de
 » *Botrytis* refusent absolument de germer. Si donc le semis cel-
 » lulaire était parfaitement pur, il ne donne rien; mais si les
 » spores de *Botrytis* étaient mêlées des spores d'un *Mucor* quel-
 » conque, elles n'empêchent naturellement pas ces dernières de
 » se développer dans le jus d'orange, et du semis de *Botrytis* on
 » obtient une récolte de *Mucor romanus* ou autre. Seulement,
 » il est facile de voir qu'en multipliant suffisamment ces semis
 » impurs, les spores de ce même *Botrytis*, tout en ne germant
 » jamais, produiront, suivant la nature des spores étrangères
 » qu'on aura semées avec elles, un nombre indéterminé
 » d'espèces différentes du genre *Mucor* ou même d'un genre de
 » champignons quelconque, pourvu qu'il soit capable de se déve-
 » lopper dans le jus d'orange »

« C'est cette incapacité du *Botrytis* à germer sur orange qui
 » explique l'aveu fait par *M. Carnoy* quelques lignes plus loin :
 » Quant à la forme *Botrytis*, nous n'avons jamais pu la faire
 » apparaître en semant les spores sur des oranges ou des citrons.
 » Le *Botrytis* du *Mucor vulgaris* est dans le même cas. Malgré
 » les nombreuses cultures que nous avons faites de ces deux
 » *Mucédinées*, nous n'avons jamais rencontré leur gros mycélium
 » extérieur, ni une seule de leurs fructifications sur des sub-
 » stances végétales (pag. 512). »

La forme torulienne consiste en une segmentation du mycé-

lium mucédinéen en articles courts, lesquels articles reproduisent le *Penicillium* ou le *Torula*. Cette forme doit-elle être rapportée à un Ascomycète, le mycélium des champignons de cette classe formant parfois des chaînes de membres courts? Est-elle constituée par l'*Oïdium lactis*, que l'on trouve souvent sur les déjections animales? Il est impossible de le décider, l'auteur ne la définissant que très-vaguement; il ajoute (ce qui est tout à fait obscur) qu'elle pourrait être occasionnée par une fermentation vibronienne, attendu que là où la segmentation se produit, le mycélium est comme empâté dans une masse sirupeuse de vibrions. Si cette forme se reproduit bien sur les fruits, c'est, dit-il, que l'on transporte toujours avec les spores qui constituent le semis bon nombre de vibrions qui favorisent la transformation.

Prenons note en passant que M. Carnoy admet que son procédé de culture sur orange ou sur d'autres fruits a pour résultat de propager d'autres corps que ceux que l'on y sème.

Quant à la forme appelée *ascomycétienne*¹, elle se produit sur le mycélium mucoréen, et consiste en petits corps multicellulaires, jaunes, de forme sphérique ou un peu allongée; ces corps, lorsqu'on les blesse ou les écrase, laissent sortir de leur intérieur² une grande quantité de granules protoplasmiques, animés d'un mouvement brownien. Qu'est-ce qui caractérise dans cette description l'Ascomycète de M. Carnoy? Il est difficile de le dire. Est-ce la multicellularité du corps, est-ce sa couleur jaune; sont-ce les granules protoplasmiques ou le mouvement brownien? Nous ne savons. Quant à nous, nous nous faisons une tout autre idée d'un Ascomycète; nous croyions que ce dernier avait pour caractère distinctif d'être muni de tubes renflés de nature particulière, que l'on nomme *asques* ou *thèques* et dans lesquels les spores prennent naissance par formation libre de cellules³.

Jusqu'à preuve du contraire, nous persistons à considérer cette définition comme exacte et à admettre que les *asques* sont néces-

¹ *Loco citato*, p. 165.

² *Ibid*, p. 165.

³ La plupart des mycologues considèrent aussi une fécondation prouvée ou probable, comme faisant partie de la diagnose des *Ascomycètes*.

saires à un *Ascomycète*. Au surplus, M. *Carnoy* ne paraît guère tenir à ses définitions ni aux noms qu'il y attache, car il ajoute que le corps jaune *pourrait peut-être* donner naissance à un *Hyméno-mycète*.

MM. *Van Tieghem* et *Lemonnier* ayant, comme nous l'avons dit, identifié le *Mucor romanus* avec le *Phycomyces nitens*, et ayant fait connaître les zygospores de ce dernier, ont enlevé au mémoire de M. *Carnoy* l'importance qu'il avait conservée à titre de description d'un champignon nouveau.

Si l'on nous reproche de nous être arrêté trop longtemps au travail de M. *Carnoy*, nous ferons observer que personnellement nous l'eussions volontiers passé sous silence et considéré comme une de ces fautes de jeunesse dont bien peu d'écrivains sont exempts, et que de bons écrits ultérieurs font facilement oublier. La décision qui lui accordait le prix quinquennal des sciences naturelles le faisant entrer dans la science par la grande porte, a appelé sur lui l'attention générale, et nous a forcé à lui accorder la même réfutation qu'à un ouvrage d'une importance beaucoup plus considérable.

Le travail de M. *Carnoy* clôture la période du polymorphisme illimité; après lui, un seul travail nous parvient, écho lointain des brillantes fanfares d'autrefois, qui traite de la transformation de deux *Mucorinées* l'une dans l'autre.

M. *Klein*¹ sème le *Pilobolus cristallinus* dans du jus de pruneaux et sur du crottin de cheval; dans le premier cas il obtient un *Mucor*, dans le second un *Pilobolus* qui, dans le décocté de pruneaux, donne naissance à un *Mucor* différent du premier. Les gonidies (*Brutzellen*) du *Mucor* bourgeonnent sous la lamelle, sans que M. *Klein* ait constaté s'il y avait fermentation ou non.

M. *Van Tieghem*² a constaté l'erreur commise par M. *Klein* et fait remarquer que les spores du *Pilobolus* ne se développent pas dans la décoction de pruneaux, mais bien le *Mucor* qui les accom-

¹ *Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik*, herausgeg. von Pringsheim, Bd. VIII, Heft III, pp. 362 et suivantes.

² *Loco citato*, pp. 271 et suivantes.

pagne dans un semis impur. Nous étions arrivé aux mêmes conclusions que *Van Tieghem* avant d'avoir connaissance de ses observations. Pendant le printemps 1873, nous avons cultivé le *Pilobolus cristallinus* et en avons obtenu des fructifications sur porte-objet, sans avoir jamais constaté les transformations indiquées par *M. Klein*. Trois cloches renfermant plus de trente cultures sur porte-objet ont été conservées environ deux mois, pures de toute *Mucorinée* étrangère; à la longue, quelques préparations ont été détruites par les *Bactéries*, quelques autres ont été envahies par le *Penicillium*, une seule par un champignon voisin du *Pleospora herbarum*. La plupart se sont maintenues en bon état, leur croissance n'a été arrêtée que parce qu'un voyage nous a forcé d'interrompre les cultures; beaucoup de celles-ci ont été enfermées sous la lamelle et nous les possédons encore.

Comment *M. Klein* a-t-il été induit en erreur? Il est facile de s'en rendre compte. Les spores de *Pilobolus* qui servent de semis sur porte-objet ont été recueillies sur une culture en gros qui contient toujours d'innombrables spores de *Mucor*, car le *Mucor*, commensal du *Pilobolus* sur le crottin qui sert de matériel primitif, a terminé son existence avant qu'apparaissent les gouttelettes cristallines de son voisin. Celui-ci n'arrive au-dessus de la surface du substratum qu'en traversant les débris de celui-là, et en emportant bon nombre de ses spores qui lui restent adhérentes. Si nous nous demandons maintenant comment on peut confondre les deux germinations, la réponse sera simple.

Si la culture est faite dans le décocté de crottin, le *Pilobolus* aimant les substances azotées se trouve dans un milieu favorable; ses spores se gonflent considérablement (fig. 2) et émettent de gros tubes germinatifs. Le *Mucor* germe plus maigrement; ses ramifications sont plus nombreuses et plus minces (fig. 1). Sème-t-on, au contraire, dans du jus de fruit un *Pilobolus* mélangé de *Mucor*, le premier refuse absolument de germer; le second, au contraire, trouve une nourriture à sa convenance et se développe grassement et en formant d'abord peu de ramifications; dans cet état il représente parfaitement la germination du *Pilobolus* dans le décocté de crottin (fig. 5). Dans nos pre-

mières cultures, nous avons aussi cru assister à la germination du *Pilobolus* dans le jus de pruneaux; mais, nous défiant considérablement de résultats semblables à ceux que nous obtenions, et remarquant, d'un autre côté, qu'à peine quelques spores d'entre celles que nous avons semées se développaient rapidement, tandis que les autres restaient stationnaires, nous recommençâmes de nouveau nos expériences. Comme nous avons constaté que dans le jus de crottin le *Mucor* se développait plus vite que le *Pilobolus* et portait des fructifications après quelques jours, alors que le dernier n'avait encore formé qu'un mycélium restreint, nous enlevâmes avec la pincette tous les filaments qui sortaient les premiers jours et s'élevaient dans l'air pour y fructifier. Nous avons ôté tous les *Mucor* et la totalité des autres spores refusa de germer; le résultat fut toujours le même, aussi bien avec le jus de cerises qu'avec celui de pruneaux. Plus tard, ayant obtenu une culture en gros de *Pilobolus* exempte de *Mucor*¹, nous pûmes vérifier les résultats consignés plus haut. Du reste, dans un jus de fruits incolore, les spores du *Pilobolus* nous ont paru se distinguer de celles du *Mucor* par une coloration jaunâtre faible, mais suffisante pour le contrôle d'un semis d'une ou de quelques spores seulement.

M. Klein a constaté lui-même que dans ses cultures sur jus, un certain nombre de spores seulement germaient; parfois, pas une ne se développait²; mais l'auteur n'a pas rattaché ces résultats à leur véritable cause.

Telle est en résumé la littérature du polymorphisme: nous avons négligé dans cet aperçu certains ouvrages secondaires, épargnant ainsi à ceux qui liront ce travail une besogne fastidieuse et complètement dénuée d'intérêt scientifique. Du nombre sont les travaux de *Salisbury* que l'on pourrait appeler le *Hallier*

¹ On obtient du *Pilobolus* beaucoup plus pur, en répétant plusieurs fois les cultures en gros sur crottin bouilli et en se servant pour l'ensemencement du *Pilobolus* de la germination la plus récente. Nous sommes parvenu de cette façon à obtenir une fois une culture en gros complètement privée de *Mucor*.

² *Loco citato*, p. 573.

de l'Amérique ¹ et qui s'était également donné la spécialité des recherches concernant les champignons des maladies. Nous renvoyons aux ouvrages cités plus bas les lecteurs désireux de plus amples détails sur ce sujet.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil général sur les écrits qui ont fondé et soutenu la théorie du polymorphisme, nous voyons qu'ils dérivent tous d'une méthode fautive; nulle part on ne trouve cette continuité organique entre les formes attribuées au même champignon, et, quand certains auteurs ont cru l'apercevoir, nous avons démontré qu'elle n'existait pas. Il suffit, pour certains botanistes, que deux formes se développent sur n'importe quel substratum où l'on n'en a semé qu'une, pour qu'ils admettent *a priori* que la seconde s'est formée de la première. Les procédés de culture sont partout les mêmes; on enlève un champignon au substratum qui l'a produit, et on le place sur un terrain où la vie ne lui est pas permise, et parce qu'il ne se développe aucunement, on annonce qu'il s'est transformé. On transporte la levûre dans un milieu sec, sur une pomme de terre, sans s'être demandé auparavant si son développement n'exigerait pas un liquide réunissant telle ou telle condition, et, pour employer une comparaison triviale, on agit comme si l'on portait un poisson au milieu d'une prairie pour examiner les transformations qu'il subira après avoir brouté l'herbe pendant quelque temps. Après un certain nombre de jours, on revient et l'on trouve le poisson dévoré en tout ou en partie par les vers et les insectes; puis, fier de sa découverte, on écrit pompeusement : Un poisson, ayant brouté l'herbe fraîche d'une prairie, se transforme après huit ou dix jours en tels ou tels vers ou insectes ! Il est évident que quiconque écrirait une pareille chose ne manquerait pas de soulever l'hilarité générale; il n'est pas une personne, quelque ignorante qu'elle fût de la science, qui ne comprît de suite le côté faible de la méthode employée. Les polymorphistes n'ont cepen-

¹ *Salisbury 18 Jahresbericht der Ackerbau Behörde, V. Ohio-Columbia, 1864. Ueber die Brandkrankheiten. Ibid., Microscopic examinations of blood and vegetations found in vaccinia and typhoid faeces. New-York, Moorhead, Bound and Co.*

dant fait que de semblables raisonnements ; seulement, ici, il s'agissait d'objets inconnus à la plus grande majorité des lecteurs, d'objets, qu'on ne pouvait voir qu'avec les plus forts grossissements, comme le disait *Hallier*, et en prenant les précautions les plus minutieuses. Cette observation explique qu'il ait fallu un certain temps avant que le jour se fit sur la théorie qui nous occupe.

Le mouvement de recul qu'elle a imprimé à la mycologie ne s'est pas traduit du reste par des résultats complètement négatifs, et les exagérations des polymorphistes ont produit une réaction d'où sont sortis les meilleurs ouvrages mycologiques des dernières années.

Avant de terminer cette première partie, et pour être complet, il nous reste à dire quelques mots de plusieurs formes mucoréennes attribuées au *Mucor mucedo* à titre de fructification ; nous évitons avec intention de nous servir dans ce cas de l'expression de polymorphisme, car l'idée philosophique attachée à ce mot ne se rencontre pas dans les ouvrages dont nous allons parler. Il n'y est nullement question de variations de genre à genre produites par des circonstances extérieures, il s'agit seulement de formes de fructification accordées au *Mucor mucedo*, mais qui de fait appartiennent à des Mucorinées voisines, telles que le *Chaetocladium* et le *Thamnidium*. La réunion des trois formes susnommées, attribuée par *Hallier* à *Itzigsohn*¹ et admise par *de Bary* et *Woronin*², devait son origine aux faits suivants : dans les cultures de *Mucor mucedo* se rencontre le plus souvent un champignon que nous avons représenté (fig. 8, 9, 10), et qui paraît produit par le même mycélium qui donne naissance aux sporanges du Mucor ; on ne peut séparer, sans les déchirer, les filaments de l'un de ceux de l'autre. Cette Mucorinée, nommée *Botrytis Jonessii*, par *Berkeley* et *Broome*, et *Chaetocladium Jonessii*, par *Fresenius*, représente, comme nous le verrons plus tard, un cas intéressant de parasitisme jusqu'alors inconnu dans les Mu-

¹ HALLIER, *Gährungserscheinungen*, p. 110.

² DE BARY et WORONIN, *Beiträge zur Morphol. und Physiolog. der Pilze*, II^{te} Reihe, p. 15. Frankfurt, 1866.

corinées. Nous donnons l'histoire du *Chaetocladium* dans notre seconde partie; on pourra juger, en la lisant, des difficultés dont l'étude des petits organismes qui nous occupent, est entourée, difficultés que les meilleures méthodes ne parviennent quelquefois pas à écarter du premier coup. Quant au *Thamnidium elegans* (fig. 11-15), il constituait la première Mucorinée bien connue qui possédât deux sortes de sporanges; les uns gros, terminaux, en tous points semblables à ceux du *M. mucedo*; les autres tout différents, petits, renfermant seulement trois ou quatre spores, et suspendus à l'extrémité de jolies ramifications dichotomiques. Les deux formes se présentent sur le même filament; certains filaments portent un gros sporange unique; d'autres, une élégante arborisation de petits sporanges. Fait-on un semis parfaitement pur du gros sporange que l'on rapportait au *Mucor mucedo*, on peut suivre le développement pas à pas, et voir une spore former ou les petits sporanges, ou ceux-ci mélangés aux gros. Telle était l'origine de la méprise, que nous nous rappelons avoir commise, la première fois que nous avons rencontré le *Thamnidium elegans*. Pensant avoir à faire à une culture impure, nous enlevâmes soigneusement tous les filaments à gros sporanges, persuadé que nous expulsions par là le *Mucor mucedo*.

*Van Tieghem et Lemonnier*¹ attribuent au *Mucor mucedo*, outre le *Chaetocladium* et le *Thamnidium*, trois nouvelles formes de fructification: « deux systèmes distincts de sporanges, et l'appareil sexué... zygosporé. » La première forme nouvelle recevait de *Van Tieghem* le nom de *forme hélicostylée*. Parmi les filaments sporangifères d'un *Mucor mucedo*, l'auteur avait trouvé inséré, soit sur le filament, soit sur le mycélium, une fructification (décrite en 1842 par *Corda* comme forme particulière sous le nom de *Helicostylum elegans*), dont les spores, semées sur le porte-objet dans le jus d'orange filtré, donnent au bout de deux jours les sporanges caractéristiques du *Mucor mucedo*, l'appareil hélicostylé à divers degrés de complication, et le *Mucor*

¹ *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. LXXIV, p. 997, 1872 (sur le polymorphisme du *M. mucedo*).

hélicostylé. L'*Helicostylum*, dit *Van Tieghem*, appartient donc bien au *Mucor mucedo*, comme le prouvent la continuité des tissus et les semis ¹.

Deuxième forme nouvelle : *Forme circinombellée*. Tel est le nom proposé par les auteurs pour rappeler l'enroulement en crosse des rameaux fructifères et leur disposition en ombelle. Du sommet du filament dressé sur le mycélium et d'un seul côté partent un certain nombre de rameaux recourbés en crosse, terminés par un sporange sphérique et formant une ombelle fructifère. A la maturité, le sporange se rompt pour laisser échapper plusieurs centaines de spores sphériques, mais de même dimension et de même aspect que celles du sporange caractéristique du *Mucor mucedo*. Les auteurs n'ont pas trouvé cette forme en continuité de tissu avec les sporanges ordinaires du *M. mucedo*, au milieu desquelles elle se développe sur les excréments ; mais ses spores, semés sur porte-objet dans du jus d'orange filtré, donnent au bout de deux jours les sporanges caractéristiques du *Mucor mucedo*.

Troisième forme nouvelle. *Forme sexuée*. Un semis de spores d'*Helicostylum* sur des excréments avait produit une germination homogène de *Mucor* qui se flétrit le dixième jour ; le douzième jour, dans les recoins où le mycélium avait été préservé de l'accès de l'air et de la lumière, les auteurs virent des zygosporés nombreuses à différents degrés de développement ; elles ont la forme d'un tonneau plus large que haut d'environ $\frac{1}{3}$ de millimètre : à la date du mémoire, les zygosporés n'avaient pas encore germé. Les auteurs soutenaient l'opinion que les spores du *Chaetocladium*, lors de la germination, rejettent un exospore, et ajoutaient : « ainsi compris, l'appareil chaetocladien n'est pas »
 » autre chose que le terme extrême de la série de réductions qui »
 » s'opèrent dans le nombre des spores et dans la dimension de la »
 » columelle, quand on passe du sporange terminal aux sporanges »
 » latéraux, de ceux-ci au *Circinumbella*, à l'*Helicostylum* et au »
 » *Thumnidium*. »

¹ *Comptes rendus*, etc , pp. 998-999.

En résumé, *Van Tieghem* comptait au *Mucor* huit formes reproductives qu'il a rangées en trois catégories ¹.

1° Appareil sexué.

2° Six formes de sporanges (échelonnées, comme il est dit plus haut).

3° Les spores mycéliennes (gonidies).

Peu de temps après la publication du travail de *Van Tieghem*, parurent les belles recherches de M. *Brefeld* ² sur trois *Mucorinées* (*M. mucedo*, *Chaetocladium*, *Piptocephalis*). L'auteur y faisait l'histoire complète du *Mucor mucedo*; il séparait de cette *Mucorinée* toutes les formes sporangiales qui lui avaient été attribuées : (*Chaetocladium*, *Thamnidium*, *Helicostylum*, etc.), et restreignait à trois le nombre de ses fructifications : (sporangies, zygosporos, gonidies); il décrivait également le développement du *Chaetocladium* et montrait que l'apparente *continuité* de tissu existant entre lui et le *Mucor mucedo* était due à un fait étrange de parasitisme.

A la suite des recherches de M. *Brefeld*, qui établissaient irrévocablement l'indépendance du *Mucor* et du *Chaetocladium* vis-à-vis l'un de l'autre, le doute n'était plus permis; aussi *Van Tieghem* et *Lemonnier* rectifiaient-ils bientôt leurs recherches premières ³ et décrivaient-ils comme espèces distinctes les formes attribuées d'abord par eux au *Mucor mucedo*.

¹ *Loco citato*, p. 1001.

² BREFELD, *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze*. Leipzig, 1872.

³ VAN TIEGHEM et LEMONNIER, *Mémoire lu au Congrès de l'association française pour l'avancement des sciences*. (Session de Bordeaux, le 9 septembre 1872.) — *Ibid.*, *Recherches sur les Mucorinées* (ANN. DES SCIENCES NATURELLES, 5^e série, *Botanique*, t. XVII, pp. 261 et suivantes).

DEUXIÈME PARTIE.

MUCOR MUCEDO ¹.

Ce champignon se rencontre dans la nature sur toute espèce de substratum, particulièrement sur les aliments et les déjections animales; il forme à la surface des corps une végétation souvent luxuriante de filaments mycéliens surmontés d'un sporange jaunâtre. Lors de la germination, la spore du *Mucor mucedo* augmente de volume, son protoplasme devient granuleux, puis elle émet un ou plusieurs tubes germinatifs. Ceux-ci s'accroissent rapidement et se ramifient en filaments mycéliens de plus en plus minces. Le mycélium n'est pas cloisonné; c'est, du reste, généralement le cas chez les *Mucorinées*.

Le *Mucor mucedo* possède deux espèces de fructifications : l'une asexuelle, l'autre sexuelle; la première est constituée par les sporanges qui se manifestent sur le mycélium sous forme de branches latérales, s'élevant en l'air dans une direction plus ou moins perpendiculaire à celle des filaments végétatifs. Le jeune filament sporangifère se remplit de protoplasme et se gonfle à son extrémité en s'arrondissant; une cloison sépare bientôt la partie sphérique, ou le jeune sporange, du reste du filament; cette cloison n'est pas horizontale et plane, mais elle est convexe et tourne sa convexité vers la partie renflée ou sporange. Cette cloison se bombe

¹ DE BARY et WORONIN, *Beiträge*, etc., II^e Reihe, p. 15. — ZIMMERMANN, *Das genus Mucor, Inaugural Dissertation*. Chemnitz, 1871. — VAN TIEGHEM, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. LXXIV, p. 997; 1872. — BREFELD, *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze*. Leipzig, 1872.

de plus en plus dans la même direction et limite plus tard la columelle dans sa partie supérieure. L'intérieur du sporange, séparé du filament par la cloison columellaire, se gorge d'un protoplasme qui bientôt se sépare en innombrables petites parties; celles-ci s'entourent d'une membrane : ce sont les spores dont nous venons d'étudier la germination. — A la maturité du sporange correspond une dégénérescence ou un appauvrissement du mycélium; celui-ci se remplit d'un liquide aqueux et l'on aperçoit alors qu'il est partagé par des cloisons transversales. L'enveloppe du sporange est constituée par une membrane épaisse et qui est recouverte sur tous les points de sa surface de nombreux aiguillons d'oxalate de chaux ¹.

Telle est en abrégé la formation des fructifications non-sexuelles du *Mucor mucedo*; ajoutons encore (ce caractère distingue spécialement le *M. mucedo* du *M. racemosus*), que les filaments fructifères du *M. mucedo* ne se ramifient que rarement, et que la ramification, lorsqu'elle se produit, est tout à fait irrégulière.

La fructification sexuelle ou *Zygosporé* se produit à la surface et à l'intérieur du substratum nourricier. Sa formation est en tous points la même que celle des autres zygosporés connues des *Mucorinées* (*Syzygites megalocarpus* ², *Mucor stolonifer* ³). Deux filaments mycéliens voisins se rencontrent par leur extrémité libre; à une certaine distance de la surface de contact, se forme, dans chacun des filaments, une cloison parallèle à cette surface, et qui sépare des mycéliums deux parties à peu près égales; ensuite, la cloison de contact se résorbe et les deux cellules dont nous parlons se trouvent réunies en une seule; les deux contenus se mettent en *communication*, la copulation a lieu et la jeune zygosporé est formée. Celle-ci s'accroît considérablement, produit extérieurement une seconde membrane qui noircit et devient bientôt opaque, en même temps qu'elle se recouvre de tubercules

¹ BREFELD, *loco citato*, p. 18.

² DE BARY et WORONIN, *Beiträge*, etc., I^{re} Reihe, pp. 74 et suivantes.

³ *Ibid.*, etc., II^{re} Reihe, pp. 25 et suivantes.

émoussés. A la maturité parfaite, les zygospores sont devenues assez volumineuses pour être visibles à l'œil nu.

Leur germination manifeste les phénomènes caractéristiques de cette classe d'organes reproducteurs ; l'exospore crève et produit un tube germinatif unique, ne se ramifiant pas et se terminant par un sporange, que l'on ne peut distinguer de ceux provenant des spores.

Tels sont les modes de reproduction du *Mucor mucedo*. Les gonidies mycéliennes, telles que l'on en rencontre chez le *Mucor racemosus*, le *Thamnidium*, etc., existent également chez le *Mucor mucedo*¹.

On le voit, ce champignon auquel on a attribué des modifications allant pour ainsi dire à l'infini, que l'on faisait provenir de *Micrococcus*, de cellules de levûre, de *Penicillium*, de *Saprolegniées*, que sais-je? se trouve être aujourd'hui l'un de ceux chez lesquels la polymorphie des organes reproducteurs est le plus réduite. Certes, si l'on compare le *Mucor mucedo* à certains *Ascomycètes* et surtout aux *Urédinées*, et si l'on considère qu'aujourd'hui son évolution est complètement connue et sa reproduction sexuelle trouvée, on doit convenir qu'il est et restera un des champignons dont le cycle de formes est le plus restreint. Après de nombreuses vicissitudes, déchu de la dignité d'espèce universelle, il a repris, grâce surtout aux travaux récents de M. *Brefeld*, une place plus modeste dans la famille des *Mucorinées* qu'il ne quittera plus.

MUCOR RACEMOSUS, Frés.².

(Fig. 4-7.)

Le *Mucor racemosus*, dont *Fresenius* a fait une espèce particulière, a souvent été réuni au *M. mucedo*, avec lequel il présente du reste une ressemblance assez grande. Son mycélium ne se dis-

¹ *BREFELD*, loco citato, p. 24.

² *Beiträge zur Mycologie*. — *DE BARY*. *Mucor und Hefe*, 1875, pp. 42 et suivantes. — *BREFELD*, *Flora*, 1875, n° 25.

tingue par aucun caractère du mycélium des autres *Mucorinées* que nous étudions, du moins lorsqu'il se développe dans des conditions normales et sur un substratum qui lui permette de produire ses fructifications aériennes habituelles. Les sporanges sont aussi analogues à ceux du *M. mucedo*; ils ne s'en distinguent que par leur petitesse relative; et ce caractère ne s'applique pas seulement aux sporanges, mais à tous les organes en général. Le *M. racemosus* est une forme réduite. Ses filaments fructifères possèdent un caractère distinctif important et qui fait reconnaître cette *Mucorinée* à première vue : ils sont normalement ramifiés (fig. 4). En effet, quand le filament fructifère, d'abord simple, s'est renflé pour former le premier sporange terminal et avant que celui-ci soit achevé, il se produit, à une certaine distance, un bourgeon latéral au-dessus duquel se forme généralement une cloison qui sépare le sporange primitif du reste du filament. Le bourgeon s'accroît, prélude lui-même à la formation du sporange et répète le même procédé de ramification que le filament primitif, et ainsi de suite.

Le *M. racemosus* présente aussi à un haut degré la formation des organes connus sous le nom de *gonidies*¹ (*Brutzellen, Gemmen*). Sur les mycéliums âgés et sur des filaments sporangifères dont le contenu a été en grande partie employé à la formation des spores et lorsque le substratum est épuisé, quelques cellules courtes, remplies de protoplasme, se limitent par des cloisons et sont susceptibles de former un nouveau mycélium, lorsqu'on les transporte dans une nourriture convenable, alors que le reste du mycélium qui les renferme est desséché et privé de vie.

Tel est le mode de végétation du *Mucor racemosus*, lorsque l'accès de l'air ne lui est pas refusé. Vient-on maintenant à le semer dans un liquide, assez profondément pour qu'il ne puisse former les fructifications aériennes que nous venons de décrire, on voit d'abord les spores germer, comme dans le cas précédent, en formant le même mycélium; après un certain temps et alors que les fructifications aériennes devraient se produire, les filaments

¹ DE BARY, *loco citato*, p. 42.

mycéliens commencent à se diviser par de nombreuses cloisons transversales en articles irréguliers et de dimensions très-variables (fig. 5). Ces articles s'arrondissent au point de division et se séparent ainsi au moindre attouchement; en même temps, les vacuoles du protoplasme disparaissent et l'on a assisté à la formation de gemmes nombreux. Ceux-ci, restant dans les mêmes conditions de développement, reproduisent les mêmes bourgeons, avec cette différence que les tubes germinatifs formés sont de plus en plus courts et passent insensiblement au bourgeonnement tel qu'on le connaît chez le *Saccharomyces* de la levûre (fig. 6 et 7).

Ces bourgeons du *M. racemosus*, connus de *Berkeley*¹, furent décrits plus tard par *Bail*² qui les considérait comme faisant partie du cycle de formes de la levûre, et leur donnait le nom de *levûre sphérique* (*Kugelhefe*). *Hoffmann*³ leur donne le nom de *Mucorhefe* et les distingue par là de la levûre habituelle, qu'il dit formée par le *Penicillium*.

Pour *Brefeld*⁴, cette forme de division représente la division préalable des cellules du mycélium avant la fructification. Ces cellules, du reste, transportées à l'air, dans des conditions normales, reproduisent la fructification du *Mucor racemosus*. Chaque cellule donne naissance à une petite tige couronnée d'un petit sporange contenant de quatre à vingt-quatre spores.

Ce mode de bourgeonnement ne se présente pas chez les autres *Mucorinées*⁵. Le *M. mucedo* dans les mêmes conditions végète pauvrement et meurt bientôt.

¹ *Introduction to cryptogamic Botany*, p. 293.

² *BAIL*, *De faece cerevisiae*, etc. Voir aussi notre première partie, pp. 17 et suivantes.

³ *Bot. Zeit.*, 1869. *Ueber Bacterien*.

⁴ *BREFELD*, *loco citato*.

⁵ D'après une conférence donnée par M. *O. Brefeld*, en juin 1874, à la Société médico-scientifique de Würzburg et non encore publiée, il paraîtrait que d'autres *Mucorinées*, notamment le *Thamnidium*, pourraient aussi dans certaines circonstances végéter d'une façon analogue à celle du *M. racemosus* et transformer du sucre en alcool.

Nous avons dit que le *M. racemosus* passait peu à peu à la forme bourgeonnante des véritables levûres et que cette dernière forme s'accroissait de génération en génération. La cause de la transformation doit être cherchée dans les propriétés acides acquises par la solution qui se charge peu à peu d'acide carbonique. C'est ce dernier qui influence les tubes germinatifs du *Mucor* et leur fait perdre leur nature de filaments. On peut provoquer de même la formation bourgeonnante en dirigeant un courant d'acide carbonique artificiel à travers le liquide nourricier; après huit jours une masse de gemmes arrondis sont formés par une seule cellule. Si l'on remplace l'acide carbonique par l'hydrogène, la forme allongée reprend le dessus.

Les autres *Mucorinées* n'ont pas la propriété de germer à la façon des levûres sous l'influence de l'acide carbonique¹; cependant les acides organiques ont sur eux une action analogue. Le *Thamnidium elegans* et le *Mucor mucedo*, cultivés dans le suc de citron, arrondissent leurs spores en d'énormes sphères qui donnent naissance à des bourgeons latéraux; ceux-ci prennent de nouveau une forme arrondie; le mode se continue un certain temps, jusqu'à ce qu'enfin le conglomérat monstrueux meure, ou produise par-ci par-là une fructification rabougrie. Ce dernier cas est même rare. Neutralise-t-on la solution par l'ammoniaque, de manière à ce qu'elle reste à peine acide, les spores arrondies forment de nouveau les filamens allongés habituels.

Ces faits ont persuadé à *Bail* que le *Mucor* enfoncé dans une solution fermentescible, érige une fermentation et se transforme en *Saccharomyces*, ce qui est une erreur complète; le *Mucor* est toujours *Mucor*, quelles que soient ses conditions de développement; jamais il ne se transforme en levûre. *Reess* avait déjà constaté ce fait, mais en disant que le *M. mucedo* et le *M. racemosus* dans les solutions fermentescibles, bourgeonnaient comme les levûres, donnée qui, d'après *Brefeld*, est partiellement inexacte. Les *M. mucedo* et *racemosus* forment dans les solutions fermentescibles des tubes germinatifs normaux, qui ne peuvent prospérer

¹ *BREFELD, Flora*, n° 25, 1875.

dans les liquides que chez le *M. racemosus*, et dont la végétation se modifie avec le degré de saturation du liquide par l'acide carbonique. Ce n'est donc pas la solution fermentescible qui influe ici; ce que l'on a nommé levûre de *Mucor* n'a rien de commun avec la levûre véritable (*Saccharomyces*). Le *Saccharomyces* forme un genre de champignon parfaitement caractérisé, et complètement différent des *Mucorinées*. Lorsque nous aurons fait l'étude des *Saccharomyces*, nous reviendrons de nouveau sur le bourgeonnement du *M. racemosus*. Nous pourrons alors comparer en connaissance de cause les deux organismes et montrer les différences importantes qui les distinguent, dans la phase de végétation où l'un et l'autre bourgeonnent et transforment le sucre en alcool.

CHAETOCADIUM JONESSII (Frésenius) Brefeld ¹.

CHAETOCADIUM BREFELDII (Van Tieghem et Lemonnier ²).

(Fig. 8-10.)

Cette belle Mucorinée découverte par *Berkeley* et *Brome* ³ qui lui avaient donné le nom de *Botrytis Jonessii*, a reçu de *Frésenius* ⁴ celui de *Chaetocladium*. Elle se rencontre dans la plupart des cultures du *Mucor mucedo*, sur lequel elle vit en parasite, cas de parasitisme bien intéressant, si l'on considère qu'il s'exerce entre deux plantes de la même famille. Les fructifications du *Chaetocladium* (fig. 9) représentent une jolie arborisation formée de la ma-

¹ BREFELD, *Untersuch. über Schimmelpilze*, I^{re} Reihe.

² VAN TIEGHEM et LEMONNIER, *Recherches sur les Mucorinées* (ANN. DES SCIENCES NATURELLES, *Botanique*, 3^{ie} sér., t. XVII, pp. 535, 542), donnent à la Mucorinée étudiée par Brefeld le nom de *Chaetocladium Brefeldii*, celle-ci se distinguant par la dimension de ses spores, qui sont beaucoup plus petites, du véritable *Chaetocladium Jonessii* décrit par de Bary et rencontré également par Van Tieghem.

³ *Annals and Magaz. of natur. history*, t. XIX, 2^e série.

⁴ *Beiträge zur Mycologie*, III^{tes} Heft, p. 97.

nière suivante : le filament fructifère émet un verticille, en règle presque générale, ternaire et continue sa croissance ultérieure; chacune des branches du verticille ternaire primitif reproduit de nouveau le procédé en donnant naissance à trois branches verticillées. Quant aux axes autour desquels se groupent les verticilles secondaires, ils continuent, ainsi que l'axe primitif, à croître en un long filament pointu et stérile; un verticille tertiaire se forme sur chaque branche du verticille secondaire ainsi qu'une nouvelle branche stérile; enfin un quatrième verticille est produit, de même qu'une quatrième branche stérile courte et effilée; ce quatrième verticille, très-petit (les dimensions se réduisent à chaque nouvelle génération), représente de petits tubes mycéliens émousés portant sur leur surface de nombreux stérigmates minces et allongés qui produisent une spore à leur extrémité. Le nombre des verticilles formés peut aller jusqu'à cinq; il peut aussi rester au-dessous de ce nombre; nos figures sont transcrites d'après une de nos cultures où le nombre de verticilles est régulièrement de quatre.

Les spores formées à l'extrémité des stérigmates, et que M. *Brefeld* nomme *conidies*¹, tandis que *Van Tieghem* en fait des spores-monospermes², sont petites, arrondies, bleuâtres, surtout en masse; elles commencent leur germination en augmentant de volume par extension de la membrane (fig. 8 a) unique de la spore (*Brefeld*), ou après rejet d'un exospore aussitôt résorbé (*Van Tieghem*). Les filaments germinatifs ne montrent primitivement aucune particularité qui les distingue de ceux du *Mucor mucedo*; ils n'émettent que des ramifications peu nombreuses, aussi longtemps qu'ils ne rencontrent pas les spores ou les *mycéliums* du *Mucor mucedo*. Viennent-ils à toucher ces spores (semées à dessein ou accidentellement), ou les filaments produits par elles, ils s'appliquent contre eux (fig. 8 b. c, d, e, f); la membrane se résorbe au point de contact, et le contenu du *Chaetocladium* se met

¹ BREFFELD, *loco citato*, p. 58.

² VAN TIEGHEM, *Comptes rendus*, etc., t. LXXIV, pp. 927 et 1001; 1871. — *Recherches sur les Mucorinées* (ANNALES DES SCIENCES, pp. 353 et 356).

ainsi en communication directe avec celui du *Mucor*. Aussitôt commence, autour de l'endroit attaqué par le parasite, la formation de hernies nombreuses qui paraissent dues au *Chaetocladium*, et qui, en s'augmentant et se multipliant, produisent un peloton (fig. 9 a) composé de nombreux tubercules; bientôt ceux-ci dérobent au regard le lieu d'insertion du parasite.

Du peloton s'élèvent les rameaux fructifères du *Chaetocladium*; parfois aussi ces rameaux partent de tubercules formés sur le *Mycelium* immergé du *Mucor*, et rencontrant dans leur croissance, au dehors du substratum, une fructification aérienne du *Mucor*, s'y attachent de nouveau en produisant un second peloton semblable au précédent, et duquel partent seulement les branches fructifères décrites plus haut.

Selon *Van Tieghem*, le parasitisme tout en étant avantageux au *Chaetocladium*, ne lui serait pas absolument nécessaire ¹, et le champignon pourrait aussi se développer et fructifier dans des semis exempts de *Mucor* ².

Les zygospores du *Chaetocladium* (fig. 10) découvertes par *M. Brefeld*, se forment de la même façon que celles des autres *Mucorinées* et en particulier du *Mucor mucedo*, avec cette différence que les branches mycéliennes qui prennent part à la conjugaison, peuvent être ici de petites branches latérales. De plus, les branches qui supportent la zygospore peuvent s'accroître considérablement après la copulation, au point de surpasser en grosseur la zygospore elle-même. La zygospore est délimitée par un endospore et un exospore; ce dernier est de couleur jaune, et muni d'appendices amincis et non émoussés comme le sont ceux du *Mucor mucedo*. La zygospore germe en produisant un seul filament fructifère, ou bien un second, si le premier a été arrêté dans son développement; sous ce rapport, elle se comporte donc comme les zygospores des autres *Mucorinées*.

¹ VAN TIEGHEM, *ibid.*, pp. 337, 341, 346.

² Les expériences de M. le Dr *Fitz* et de M. *Wilhelm*, dont j'ai été témoin au laboratoire de M. *de Bary*, paraissent confirmer les données de *Van Tieghem* et prouver ainsi que le *Chaetocladium* peut vivre indépendant.

Le parasitisme démontré par M. *Brefeld* est certainement une des particularités les plus intéressantes de la physiologie des *Mucorinées* ; le fait n'est du reste pas isolé, et M. *Brefeld* a reconnu que le *Piptocephalis Freseniana* se nourrissait également aux dépens du *Mucor mucedo*, quoique ses rapports avec son hôte soient un peu différents.

L'histoire de ce champignon est bien faite pour donner une idée de la prudence et des précautions dont on doit s'entourer avant de rapporter une fructification à une espèce ou à une autre. En effet, si le moment où le parasite attaque le *Mucor* a échappé à l'observation, il est impossible de se rendre compte des phénomènes ultérieurs ; les deux mycéliums sont en communication ; en enlevant l'un, on enlève l'autre ; la *continuité organique* paraît exister entre les deux. Que l'on compare maintenant la méthode d'observation employée par *Brefeld* (suivre une seule spore depuis le semis jusqu'à la fructification) et celle pratiquée par *Bail*, *Hallier* et *Carnoy* (culture sur une orange, culture dans le moût de bière, sur une pomme de terre, etc.), et l'on comprendra que cette dernière devait conduire à des résultats que la science rejette et répudie.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que les découvertes de M. *Brefeld* ont eu la bonne fortune d'être acceptées d'emblée, même par ceux dont elles contredisaient les observations ; c'est ainsi que peu après leur publication, MM. *Van Tieghem* et *Lemonnier*¹ reconnurent l'indépendance du *Chaetocladium*, ainsi que celle des autres formes attribuées jadis par eux au *Mucor mucedo* (*Helicostylum*, *Circinella*, etc.), et dont ils font maintenant autant d'espèces distinctes. Il ne reste donc plus aujourd'hui de traces du polymorphisme du *Chaetocladium*.

¹ VAN TIEGHEM et LEMONNIER, *Mémoire lu au Congrès de l'association française pour l'avancement des sciences*. (Session de Bordeaux, 9 septembre 1872). — Ibid., *Ann. des sciences naturelles*, t. XVII, pp. 261 et suivantes.

THAMNIDIUM ELEGANS Link.

(Fig. 11-15.)

Cette *Mucorinée*, l'une des plus jolies, présente deux systèmes de sporanges; les uns sont gros, terminaux, et offrent une grande analogie avec ceux du *Mucor mucedo* (fig. 13-14 a); les autres sont petits et ne renferment que quelques spores; ils sont fixés aux extrémités de filaments mycéliens ramifiés par dichotomie répétée; sous cet état, ils forment les élégantes (fig. 11-13-12) arborisations qui ont valu à ce champignon son nom spécifique.

Les deux systèmes de sporanges peuvent se rencontrer isolés ou combinés, c'est-à-dire que l'on trouve des filaments fructifères simples portant à leur extrémité un gros sporange; ces filaments sont à peine distinguables de ceux du *Mucor mucedo* avec lesquels on les confond facilement; en deuxième lieu, on rencontre des fructifications privées de gros sporanges et constituées uniquement par l'arborisation et les petits sporanges signalés plus haut; enfin, on trouve des fructifications terminées par un gros sporange, et dont le filament sporangifère a poussé latéralement des branches à petits sporanges. C'est ce mélange de deux formes dont l'une ressemble au *Mucor mucedo*, qui a fait attribuer le *Thamnidium* à ce dernier, à titre de forme de fructification (fig. 13-14.)

Les spores du *Thamnidium* germent de la manière ordinaire, sans qu'on puisse établir de différence entre les fructifications nouvelles produites par les spores des grands ou des petits sporanges. Les unes et les autres donnent naissance indifféremment à des rameaux simples, à des dichotomies ou à des formes combinées.

L'histoire du *Thamnidium* est encore incomplète; jusqu'à présent personne n'a rencontré les spores d'origine sexuelle, les *zygospores*. On lui connaît cependant une seconde forme de reproduction asexuelle, les *gonidies*. Celles-ci se manifestent sur les mycéliums végétatifs et consistent en une simple accumulation de protoplasme dans de petites cellules mycéliennes, qui demeurent capables de germination ultérieure, alors que les fila-

ments mycéliens qui les portent sont vidés et flétris; elles représentent le mode par lequel l'espèce se perpétue quand le champignon est incapable de former ses fructifications normales.

Enfin, le *Thamnidium*, placé dans une solution nutritive à l'abri de l'air, possède la propriété de former aux dépens de son mycélium ou de ses spores, des cellules courtes qui s'arrondissent et peuvent se détacher, puis bourgeonner dans le liquide. Ces cellules sont de même nature que celles bien connues du *Mucor racemosus*, auxquelles *Bail* avait donné le nom de *levûre sphérique* (*Kugelhefe*). Leur formation a été décrite in extenso, lorsque nous nous sommes occupé du *Mucor racemosus*.

EUROTIUM ASPERGILLUS GLAUCUS.

(Fig. 16, 17, 18.)

Ce champignon constitue une moisissure commune, qui affectionne particulièrement les fruits confits, sur lesquels elle forme une petite végétation d'abord blanche, puis gris-verdâtre. Son mycélium se compose de filaments cylindriques ramifiés et divisés par des cloisons nombreuses en articles allongés. Il s'étend d'abord dans le substratum nourricier, puis s'élève perpendiculairement en dehors de celui-ci pour former des ramifications aériennes; il est rempli de protoplasme homogène, ou bien, surtout à l'état âgé, de protoplasme à vacuoles. La croissance des filaments mycéliens se produit à leur extrémité; à une certaine distance de la pointe, la croissance s'arrête et les cloisons se forment. Les filaments superficiels donnent naissance à des branches latérales destinées à porter la fructification et qui ont reçu le nom de *conidiophores* (*Conidienträger*); elles sont en général plus épaisses que les filaments mycéliens ordinaires, et sont rarement ramifiées ou cloisonnées. Lorsqu'elles ont acquis une certaine longueur, leur croissance terminale s'arrête; leur extrémité supérieure se renfle et pousse vers l'extérieur de nombreux petits culs-de-sac qui recouvrent bientôt sa surface libre. On nomme ceux-ci *stérig-*

mates (fig. 17); leur rôle est de donner naissance à des spores aérogyènes ou conidies; à cet effet, les stérigmates poussent à leur pointe de petites hernies qui se remplissent de protoplasme et se gonflent de plus en plus, tandis que leur point d'insertion reste toujours étranglé. Enfin, il se forme une cloison qui isole la conidie du stérigmate; une seconde conidie se produit, ensuite une troisième, de la même façon; et comme les conidies demeurent un certain temps attachées les unes aux autres, le stérigmate se trouve bientôt avoir produit une chaîne de conidies qui lui est restée fixée. Tous les stérigmates se conduisent de la même manière, de sorte que le conidiophore se recouvre de nombreux rayons formés par les chaînes de conidies (fig. 16).

Le même mycélium qui produit les conidiophores forme aussi les organes de la reproduction sexuelle. Une branche latérale s'allonge; lorsqu'elle a atteint une certaine dimension, sa croissance terminale s'arrête; son extrémité s'enroule en tire-bouchon du haut en bas et en formant de quatre à six tours (fig. 18 *a, b, c*). Du tour inférieur s'élèvent une ou deux branches latérales qui se dirigent vers l'extrémité de la spire en s'accolant fortement à elle; l'une des deux branches atteint la pointe de la spire et s'applique étroitement sur cette dernière; les membranes se résorbent au point de contact et les contenus des deux organes entrent en communication. La spire constitue l'organe femelle (*Carpogone* de *de Bary*); la branche latérale, l'organe mâle (*Pollinode*) (fig. 18 *d, e, f*).

La fécondation étant opérée, le *Carpogone* se cloisonne et s'entoure bientôt d'une enveloppe formée par les ramifications du *Pollinode*, ainsi que par de nouvelles branches qui, partant de la base de ce dernier, s'enchevêtrent et sont divisées en articles raccourcis par des cloisons perpendiculaires à la surface du fruit. La spirale intérieure, demeurée intacte pendant un certain temps, commence à former des prolongements latéraux qui se ramifient; les dernières ramifications se renflent et constituent la cellule mère des spores, l'*asque*. Le protoplasme de l'*asque* donne naissance à huit spores. Les parois du fruit deviennent plus tard fragiles, se rompent et mettent les spores en liberté. Quant aux spores d'origine sexuelle, elles diffèrent des spores asexuelles en

ce qu'elles possèdent une double membrane : l'extérieure (exospore) qui est formée de deux moitiés de sphères accolées, s'ouvre lors de la germination et fournit passage à la membrane intérieure ; le mycélium formé par l'ascospore reproduit immédiatement la fructification asexuelle.

Pendant longtemps on avait admis que le fruit d'origine sexuelle formait une espèce particulière, et comme on le trouvait souvent sur les plantes sèches conservées en herbier, on lui avait donné le nom d'*Eurotium herbariorum*, tandis que la fructification asexuelle conservait la dénomination d'*Aspergillus glaucus*. De Bary a prouvé que l'*Eurotium* et l'*Aspergillus* étaient deux formes d'un seul et même champignon, qui pouvaient se développer l'une de l'autre.

Quant aux conditions spéciales qui peuvent faire apparaître l'une ou l'autre forme, ce qu'on peut en dire, c'est que l'*Aspergillus* se rencontre parfois dans des organes malades de l'homme ou des animaux, par exemple, dans le vestibule externe d'oreilles malades, dans les canaux aériens des oiseaux, etc., et dans ce cas, toujours sous la forme conidienne. Aucun fait connu¹ n'autorise à supposer qu'il attaque les organes sains et les rend malades.— Quant aux prétendues transformations des levûres, etc., en *Aspergillus*, soutenues par MM. Hallier, Pouchet, etc.², elles sont complètement illusoires, est-il besoin de le dire? Jamais un semis d'*Aspergillus* n'a produit autre chose qu'un *Aspergillus* ou un *Eurotium*; toutes les affirmations contraires sont inexactes. Nous avons, du reste, cultivé pendant deux mois l'*Eurotium Aspergillus*, tant sur porte-objet qu'autrement, et nous avons pu nous convaincre par nous-même de l'autonomie de ce champignon, autonomie qui n'est plus révoquée en doute par personne.

¹ DE BARY, *Schimmel und Hefe*, p. 22.

² Voy. pp. 28, 37 et suivantes.

PENICILLIUM GLAUCUM Link.**PENICILLIUM CRUSTACEUM** Fries ¹.

(Fig. 19.)

Le *Penicillium glaucum* constitue la moisissure la plus répandue; il se développe partout où la plus petite quantité de substance organique se trouve au contact de l'air et d'une humidité suffisante; tous les substratums, pour ainsi dire, lui conviennent; ses spores, dont l'atmosphère est chargée, s'introduisent partout, se développent partout. Ceux qui se sont occupés de cultures artificielles de champignons, savent combien il est difficile de préserver ces dernières de l'envahissement de cet hôte incommode; on peut dire qu'une bonne moitié, sinon plus, des cultures sur porte-objet est anéantie par lui.

Cette dispersion extraordinaire du *Penicillium* explique le fait que ce champignon ait servi en quelque sorte de pivot à la théorie du polymorphisme. En effet, des observateurs peu soigneux, voyant le *Penicillium* fructifier dans tous les milieux, dans des nourritures d'espèces très-diverses, le rencontrant dans toutes les cultures, en vinrent à se persuader facilement qu'il existait un lien génésique entre lui et les espèces au milieu desquelles on le rencontrait. Nous allons voir que le *Penicillium glaucum*, de même que l'*Aspergillus glaucus*, est un *Ascomycète*, et qu'il est complètement innocent des transformations nombreuses qui lui sont attribuées. Ses conidies sont très-petites (0,0085 micromill : d'après *Brefeld*) et de forme arrondie; placées dans une solution nourricière, elles augmentent considérablement de volume; elles se gonflent dans toutes les directions, et montrent seulement alors leur contenu finement granuleux, enveloppé d'une membrane mince; bientôt la spore émet un ou

¹ LOEW, *Zur Entwicklungsgeschichte von Penicillium. Jahrbücher für wissenschaftlich. Botanik von Pringsheim*, Band VII, pp. 472-510. — BREFFELD, *Untersuchungen über Schimmelpilze*. Leipzig, 1874, II Heft. *Penicillium*.

plusieurs tubes germinatifs, en rejetant un exospore, d'après *Loew*; par extension simple de la membrane, d'après *Brefeld*, qui n'a jamais pu découvrir d'exospore. Le mycélium se cloisonne bientôt, se ramifie et se montre rempli du même protoplasme que la spore; on le voit souvent, aux endroits où il arrive en contact avec d'autres parties du même mycélium, s'anastomoser avec elles. Peu de jours après le semis, se forment les fructifications asexuelles, les conidies (fig. 19). Une branche mycélienne s'élève au-dessus du niveau du liquide; bientôt, sa croissance s'arrête; sa partie supérieure se sépare, par une cloison, de la partie inférieure; immédiatement au-dessous de cette cloison pousse une première branche latérale, parfois une seconde encore, et ces deux branches, l'une après l'autre, dans l'ordre de leur formation, se divisent, par une cloison transversale, en deux articles dont le supérieur formera les stérigmates. Ces derniers détachent des conidies (*Abschnüren*) qui se produisent comme chez l'*Aspergillus glaucus* en rangées et successivement, la conidie la plus ancienne étant poussée et soulevée par la conidie de formation plus récente. Lorsque le substratum est pauvre en matières nutritives, les choses restent en cet état; la fructification ne se complique pas davantage. Il en est tout autrement quand la solution nutritive est concentrée; la germination, déjà, se manifeste plus plantureuse; le mycélium se ramifie plus richement; les fructifications se composent de stérigmates plus nombreux. Ces fructifications sont tellement serrées, qu'elles s'enchevêtrent à la surface du liquide en une espèce de croûte bleuâtre, que *Link* avait distinguée comme genre spécial sous le nom de *Coremium glaucum*.

Réduit-on au minimum les éléments nutritifs de la solution, la spore ne pousse qu'un tube germinatif qui se ramifie d'une façon très-mesquine et produit une fructification appauvrie; il arrive parfois que le tube germinatif lui-même se transforme en fructification.

Aussi longtemps que le *Penicillium* se reproduit à l'air libre, il le fait au moyen de ses conidies. *Brefeld* a cherché à changer les conditions du développement; il a forcé le *Penicillium* à végéter

à l'abri de l'air, et il a empêché la formation des fructifications conidiennes; pour cela, il a appliqué la face d'un morceau de pain ensemencé sur une plaque de verre qui mettait obstacle à toute fructification aérienne. De cette façon, il a obtenu la fructification sexuelle du *Penicillium*.

Celle-ci se présente sous forme de petits corps sphériques, blanchâtres, qui recouvrent la face étouffée par la lame de verre; ces corpuscules atteignent la grosseur d'un gros grain de sable; ils sont composés de filaments mycéliens entre-croisés, parmi lesquels apparaissent les organes de reproduction. Ces derniers se présentent sous la figure d'un petit peloton spiralé, distinctement formé par la réunion de deux cellules tubuleuses différentes que *Brefeld* considère comme les deux organes sexuels; l'une des deux cellules produira plus tard les filaments ascogènes; *Brefeld* lui donne en conséquence le nom d'*Ascogone*. Du mycélium qui porte les organes sexuels se forment de nombreuses branches (*sterile Geflechte*) qui entourent ces derniers. Plus tard, le fruit étant presque formé, on peut constater que l'ascogone s'est ramifiée dans le tissu stérile; celui-ci a rempli tous les interstices; ses cellules ont épaissi leur membrane et forment les corpuscules dont nous avons parlé plus haut et que *Brefeld* nomme *Sclerotium*; parfois plusieurs de ces corpuscules s'unissent en s'accroissant, mais ils possèdent cependant chacun leur ascogone propre.

Le fruit reste en cet état de repos aussi longtemps que l'humidité ne provoque pas son développement ultérieur. Est-il placé dans une atmosphère humide, il poursuit son évolution; le carpogone forme des branches latérales qui occupent la place laissée libre par le tissu stérile; celui-ci se résorbe au fur et à mesure de leur croissance: les branches, qui se courbent alternativement à droite et à gauche, poussent des bourgeons à leurs courbures, de sorte que ceux-ci se trouvent, par suite, tantôt à droite, tantôt à gauche. L'axe principal se divise par des cloisons; les branches latérales peuvent répéter le même procédé et se ramifier aussi. Ce sont enfin les branches latérales non ramifiées qui servent à la reproduction; les parties du filament limitées par les courbures dont

nous avons parlé, se renflent notablement et constituent les *asques*, dans l'intérieur desquelles on voit bientôt apparaître les spores. Peu à peu, le tissu stérile se résorbe de plus en plus, au point qu'il ne reste plus comme enveloppe à l'ensemble des thèques et des spores que les deux ou trois couches les plus extérieures du fruit composées de cellules à membranes épaissies. Ensuite, les thèques se résorbent également et versent leurs spores dans la cavité commune; plus tard, par suite du dessèchement, la dernière enveloppe du fruit se fendille et livre passage aux nombreuses spores qu'elle renferme. Ces spores sont de forme caractéristique; elles sont munies d'un endospore et d'un exospore. L'exospore est divisé en deux moitiés symétriques qui recouvrent l'endospore et s'entr'ouvrent pour lui donner passage; sous ce rapport, elles présentent de la ressemblance avec celles de l'*Eurotium*; elles sont, de plus, munies de crêtes et d'aspérités légères qui manquent aux spores de l'*Eurotium*. Ces thécasporés reproduisent la forme asexuelle primitive, sans que leur germination et leur développement s'écartent de ceux fournis par les spores d'origine conidienne.

Quant aux prétendues transformations du *Penicillium*, plusieurs auteurs en ont fait justice. *Pasteur* avait fait connaître d'abord ¹ que le *Penicillium* semé sur une solution nutritive s'accroissait normalement, mais qu'enfoncé dans le liquide, il ne végétait plus. Plus tard, *Pasteur*, influencé par les prétendues découvertes de *Trécul*, revint en partie de son opinion. *Rees* montra en 1869 ² que le *Penicillium* semé dans une solution de sucre cuite à l'abri de l'air germait comme d'habitude en formant un magnifique mycélium, mais *sans produire ni fermentation ni levure*, assertion vérifiée depuis et répétée. *M. Brefeld*, qui s'est occupé pendant deux ans du *Penicillium*, et auquel nous devons les belles recherches qui ont fourni la matière de cet article, réfute avec une autorité qu'on ne peut contester, les prétendues transformations attribuées au *Penicillium*, qui reste

¹ *Comptes rendus*, etc., vol. LI, pp. 709-711.

² *Bot. Zeit.*, p. 104; 1869,

Penicillium, quel que soit le milieu qui le produit, quelles que soient les circonstances extérieures de son développement. S'il nous est permis de nous citer, nous dirons que nous avons conservé pendant six semaines une solution fermentescible de *Pasteur*,ensemencée de *Penicillium*, sans que la moindre trace de fermentation se soit manifestée. Le mycélium s'est longtemps étendu dans le liquide, puis, arrivant enfin à la surface, s'est développé sous sa forme agglomérée (*Coremium*), mais sans produire la moindre quantité d'alcool, sans donner lieu à formation de quelque chose qui, de loin ou de près, ressemblât à une levûre, en un mot, sans présenter de modification sensible. Dans un cas signalé par *Van Tieghem*, le *Penicillium* produit une transformation dans le liquide à l'intérieur duquel il végète. Semé dans une solution tannique ¹, assez profondément pour qu'il ne puisse former ses fructifications aériennes, il transforme le tannin en acide gallique. Est-ce à dire que le *Penicillium*, parce qu'il produit ce que l'on a appelé la fermentation gallique, se transforme en une levûre quelconque? Nullement, le *Penicillium* produit son mycélium dans la solution tannique comme dans tout autre milieu, et ne présente à aucune phase de son existence submergée, la moindre velléité de transformation. S'il arrive à la surface du liquide tannique, il y produit ses fructifications normales, et alors, au lieu de transformer le tannin en acide gallique, il le brûle.

¹ VAN TIEGHEM, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. LXV, p. 1091

TROISIÈME PARTIE.

CHAMPIGNONS DE FERMENT.

LEVÛRES.

Il est peu de fait scientifique qui ait donné lieu à autant d'interprétations que la fermentation. Connue de toute antiquité, elle était destinée à rester inexplicquée pendant une longue série de siècles, et à fournir matière aux suppositions les plus étranges. C'est ainsi que *Basilus Valentinus*, par exemple, appelait la fermentation alcoolique une purification de l'alcool. Pour lui, l'alcool était déjà contenu dans le liquide en fermentation; il ne s'agissait que de le séparer d'impuretés; telle était la fonction de la fermentation. *Libavius* (1595) distinguait la digestion de la fermentation et plaçait la putréfaction dans leur voisinage; il croyait que le ferment devait avoir une parenté substantielle avec la matière qui fermentait.

Van Helmont (1648) assimilait le développement de gaz produit par la fermentation à celui causé par la décomposition d'un carbonate alcalin par un acide. *Sylvius de le Boë* distinguait de nouveau, quelques années plus tard, les deux phénomènes.

*Stahl*¹ remarquait qu'une substance en putréfaction en décomposait une autre avec laquelle on la mettait en contact; il attribuait ce fait au mouvement communiqué par le premier corps au second, qui précédemment était au repos.

La première observation scientifique paraît due à *Leuwenhoeck* qui découvrait avec son microscope que la levûre était formée de très-petits globules sphériques ou ovoïdes. L'observation était juste en elle-même; il s'agissait seulement, mais c'était le point

¹ STAHL, *Zymotechnica fundamentalis*, p. 50, X. Allemand Frankfurt. 1734.

capital, de déterminer la nature des globules et leur mode d'action ou leur raison d'être, et sous ce rapport, la question n'était pas près de recevoir une solution.

*Fabroni*¹ paraissait même lui imprimer un mouvement de recul, et la reporter au temps de *Van Helmont* : comme lui, il assimilait la fermentation à la décomposition d'un carbonate alcalin ou à celle du sucre par l'acide nitrique. « La matière qui décompose le sucre, » disait-il, « est la substance végéto-animale; elle siège » dans des utricules particuliers, dans le raisin commun, dans » le blé; en écrasant le raisin on mêle cette matière glutineuse » avec le sucre, comme si l'on versait un acide et un carbonate » dans un vase; dès que les deux matières sont en contact, l'effervescence ou la fermentation y commence, comme cela a lieu » dans toute autre opération chimique. »

*Thénard*² disait que les jus sucrés naturels donnaient à la suite d'une fermentation spontanée un dépôt qui a l'aspect de la levûre de bière et pourrait, comme elle, faire fermenter l'eau sucrée. Pour *Thénard*, « cette levûre était de nature animale, attendu » qu'elle était azotée et donnait à la distillation beaucoup d'ammoniaque; » en même temps, il émettait l'opinion que « pendant la fermentation, la levûre perdait son azote, et disparaissait partiellement en se transformant en produits solubles, » opinion inexacte, et qui, ayant rencontré beaucoup de crédit parce qu'elle venait d'une voix autorisée, a retardé, dans une certaine mesure, les progrès de la question des fermentations.

*Guy Lussac*³, ayant remarqué que par le procédé de conservation des substances organiques découvert par *Appert*, le moût de raisin, par exemple, se conservait une année sans s'altérer, mais qu'il entraînait en fermentation, si l'on versait le liquide d'un vase dans un autre, concluait que l'oxygène était nécessaire pour commencer la fermentation, mais non pour la continuer; il appuyait

¹ FABRONI, *Mémoire sur la fermentation*, couronné par l'Académie de Florence en 1787, rapporté d'après un résumé de *Fourcroy*, inséré dans les ANN. DE CHIMIE, t. XXXI, année 1799.

² *Annales de Chimie*, t. XLVI, p. 294; 1803.

³ *Ibid.*, t. LXXVI, p. 247; 1810.

ses observations d'expériences qui paraissaient concluantes, mais qui, en général, laissaient une trop grande part à l'intervention de l'air. On rapportait alors aux éléments chimiques de celui-ci une fermentation due aux corps étrangers qu'il contenait.

*Colin*¹ contredisait partiellement les résultats de *Gay Lussac*, en disant que la levûre achevée n'a pas besoin d'air pour exercer son action.

En 1858 enfin, la question des levûres entra dans sa phase véritablement scientifique, grâce à la découverte simultanément faite par *Schwann* et *Cagniard-Latour* de la nature réelle du ferment et de son origine végétale.

*Cagniard Latour*² se borne à constater que la fermentation du moût de bière est due à des globules qu'il croit de nature végétale et qui s'augmentent pendant la fermentation; ces globules semblent n'agir sur une dissolution de sucre qu'autant qu'ils sont en état de vie, d'où l'on peut conclure que c'est très-probablement par l'effet de leur végétation qu'ils dégagent de l'acide carbonique de leur dissolution et la convertissent en liqueur spiritueuse.

*Schwann*³ faisait connaître des expériences qui réunissaient toutes les garanties de précision désirables; elles étaient décisives, tant au point de vue de la génération spontanée qu'à celui de l'origine des ferments et de leur nature. Les expériences de *Schwann*, on va le voir, ont servi de base à celles de *Pasteur* qui les a seulement multipliées à l'infini, tout en augmentant encore les précautions manipulatoires. Le travail de *Schwann* expliquait enfin de la manière la plus simple les expériences d'*Appert*.

Schwann plaçait dans un ballon quelques morceaux de chair musculaire et le remplissait d'eau au tiers environ. Le bouchon du ballon était traversé par deux tubes, dont l'un communiquait avec un aspirateur; le second passait dans un mélange de métaux liquides

¹ *Annales de Chimie*, t. XXX, p. 42.

² *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVIII; 1858. — *Mémoire sur la fermentation vineuse*, pp. 206-222.

³ *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, vol. XLI, p. 184 et suivantes. — *Vorläufige Mittheilungen betreffend. Versuch. über die Weingährung und Fäulniss*, von Dr Th. Schwann.

continuellement chauffés à une température voisine du point d'ébullition du mercure; le liquide du ballon était ensuite fortement chauffé pendant plusieurs semaines sans interruption. Dans ces expériences plusieurs fois répétées, il ne se produisit ni infusoires, ni décomposition, ni moisissure; la viande était inaltérée.

Enfin *Schwann* fit connaître une seconde série d'expériences s'appliquant spécialement à la levûre. Quatre bouteilles furent remplies d'une solution de sucre de canne mêlée avec de la levûre de bière, puis placées dans l'eau bouillante, de façon que le liquide atteignit 100°; les bouteilles furent retournées sur le mercure, puis, après leur refroidissement, on introduisit dans deux bouteilles de l'air non chauffé, dans les deux autres, de l'air ayant passé par des tubes chauffés au rouge. Après quatre à six semaines, la fermentation se manifesta dans les bouteilles qui avaient reçu l'air non chauffé, au point qu'elles furent projetées au loin; après un temps double, les deux autres bouteilles étaient encore intactes. « Ainsi », disait *Schwann*, « dans la fermentation » comme dans la décomposition ce n'est pas seulement l'oxygène » contenu dans l'air atmosphérique, mais encore une autre matière destructible par la chaleur et faisant partie de ce même » air atmosphérique qui occasionne la fermentation. »

Schwann attribuait ensuite les ferments aux plantes et non aux animaux; il décrivait ainsi la levûre : « ... de petits grains en » partie arrondis, le plus souvent ovales, de couleur jaune- » blanche et qui se montrent isolément ou le plus souvent en » rangées de 2 à 8 ou plus encore; sur de telles rangées se » trouvent ordinairement une ou plusieurs rangées latérales. » Fréquemment aussi on voit entre deux grains d'une rangée » un petit grain posé de côté comme un rudiment d'une nou- » velle rangée; le plus souvent, on trouve au dernier globule » d'une rangée un tel corpuscule qui est parfois étiré en lon- » gueur. Enfin, le tout a une grande ressemblance avec certains » champignons articulés et est sans doute une plante. La levûre » de bière se compose presque en entier de ce champignon. »

Schwann faisait aussi connaître des observations analogues concernant la fermentation du jus de raisin, qu'il trouvait produite par un champignon voisin du précédent. — *Schwann* concluait :

« 1° Une substance organique cuite ou un liquide cuit, susceptible d'avance de fermentation, n'entre pas en décomposition ou en fermentation, même en présence de l'air atmosphérique *chauffé* ;

» 2° Pour produire la décomposition comme la fermentation, surtout dans les modes où apparaissent de nouveaux animaux ou de nouvelles plantes, il faut qu'il s'y trouve une substance organique non cuite, ou bien qu'on introduise de l'air atmosphérique *non chauffé* ;

» 3° Dans le jus de raisin pressé, le développement de gaz se manifeste comme indice de la fermentation, bientôt après que les premiers exemplaires d'un champignon articulé particulier, qu'on peut nommer champignon de sucre (*Zuckerpilz*, *Saccharomyces*), sont devenus visibles. Pendant la durée de la fermentation, ces plantes croissent et augmentent en nombre ;

» 4° Si du ferment qui contient déjà des plantes formées est mis dans une solution sucrée, la fermentation se manifeste bientôt, beaucoup plus tôt que quand les plantes doivent encore se former ;

» 5° Les poisons qui ne sont mortels que pour les *Infusoires* et non pour les plantes inférieures, empêchent la production des phénomènes caractéristiques de la décomposition.....

» Ainsi ; on ne peut méconnaître la relation qui existe entre le ferment du vin et le *Saccharomyces* (*Zuckerpilz*), et il est très-probable que ce dernier occasionne la fermentation par son développement. *Mais, comme un corps azoté est nécessaire à la fermentation, en dehors du sucre, il paraît que ce corps est également une condition de vie de cette plante, de même qu'il est déjà très-probable que ce champignon contient de l'azote. Il faut donc se représenter le ferment du vin comme la décomposition produite par le fait que le Saccharomyces tire du sucre et d'un autre corps azoté les matériaux nécessaires à sa nourriture et à sa croissance ; de plus, les éléments de ce corps qui ne sont pas employés à la formation de nouvelles plantes se réunissent surtout pour former l'alcool.* »

Nous avons reproduit les faits saillants du mémoire de *Schwann* ;

on pourra en apprécier l'importance, lorsque nous aurons fait l'histoire du champignon de la fermentation de la bière (*Saccharomyces*). Plusieurs théories, telles que celle des générations spontanées et celle du polymorphisme ont passé sur le travail de *Schwann*; elles l'ont laissé debout, aussi vrai aujourd'hui qu'il y a trente-six ans; plus vrai, voudrait-on dire, car les expériences de *Pasteur* et les travaux des mycologues modernes qui se sont occupés des levûres, lui ont donné, en le confirmant, une autorité indiscutable. A peine y aurait-il quelques détails à changer à la description, donnée par l'éminent physiologiste, du champignon de la levûre, qui a même conservé, hellénisé (*Saccharomyces*), le nom que lui avait donné *Schwann* (*Zuckerpilz*).

La théorie de *Schwann*, comme la plupart des bonnes théories, ne fut pas acceptée d'emblée. *Liebig*¹ publiait bientôt ses opinions au sujet de la fermentation, opinions aussi célèbres qu'inexactes. Les idées de *Liebig* n'étaient pas nouvelles; elles procédaient évidemment de celles que *Stahl* avait émises plus d'un siècle auparavant. *Liebig*, s'appuyant sur certains faits physiques et chimiques, tels, par exemple, que le mouvement moléculaire des corps en décomposition, attribuait les décompositions et les combinaisons à ce mouvement, qui peut être communiqué d'un corps à un autre corps dans lequel les éléments sont maintenus par une affinité faible: c'est ainsi que les matières organiques en putréfaction et spécialement la levûre de bière communiquent aux éléments des corps avec lesquels ils viennent en contact, le mouvement imprimé à leurs propres éléments par la perturbation de l'équilibre. Cette théorie qui nous paraît aujourd'hui forcée et nuageuse avait acquis une vogue qu'elle ne méritait guère.

*Berzélius*² ne voyait dans la fermentation qu'une action de contact; pour lui la levûre n'était pas organisée, elle représentait simplement un précipité amorphe.

*Mitscherlich*³ admettait à peu près les opinions de *Berzélius*,

¹ *Annales de Chimie et de Physique*, 2^e sér., t. LXXI, p. 178.

² *Comptes rendus des travaux de Chimie*, p. 277; 1845.

³ *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, vol. LV, pp. 209 et suivantes; 1842.

et croyait que la fermentation était due à une action catalytique de même nature que celle qu'exerce l'éponge de platine sur l'eau oxygénée. Ainsi, les chimistes se trouvaient en contradiction flagrante avec les physiologistes, les premiers refusant de laisser sortir la fermentation, même partiellement, de leur domaine, les seconds réclamant l'intervention de forces physiologiques. Ces derniers avaient raison.

Ure et *Helmholtz* ¹ apportaient de nouvelles expériences à l'appui de la théorie de *Schwann*; malheureusement, la croisade hétérogéniste qui recommençait avec la même vigueur qu'à l'époque de *Needham* et de *Spallanzani*, causait un temps d'arrêt à la question des fermentations en général, et apportait aussi la confusion dans cette même question prise au point de vue exclusivement botanique. En effet, les organismes végétaux inférieurs se formaient prétendument par génération spontanée dans les liquides organiques; une cellule de levûre n'était rien d'autre que la réunion et l'agencement de certains éléments contenus dans un liquide privé de vie. La distance qu'il fallait parcourir pour produire cette transformation était bien autrement considérable que celle qui séparait un corps organisé et doué de vie, tel qu'une cellule de levûre, d'un champignon quelconque, fût-il le plus élevé de la série. Aussi, conçoit-on facilement l'influence que les théories hétérogénistes devaient avoir sur les botanistes, dont les convictions, au sujet de la validité des anciennes espèces de champignons, étaient déjà fortement ébranlées par les travaux de *Tulasne* et de *de Bary*. C'est ainsi que la question des générations spontanées et celle du polymorphisme se sont donné la main et se sont mutuellement soutenues pendant ces dernières années.

Si les déductions sur lesquelles étaient basées les deux théories proviennent d'observations erronées analogues, les arguments employés pour combattre ces théories sont aussi de même nature. En effet, toutes les expériences établies pour combattre la génération spontanée sont dirigées vers un seul but : prouver que

¹ *Journal für praktische Chemie*, t. XIX, p. 186 et t. XXXI, p. 429.

les organismes développés dans les liquides proviennent de l'air; que l'on ne peut se défendre de leur invasion qu'avec les précautions les plus minutieuses et en faisant subir à l'air ou aux liquides qui les renferment des températures élevées. Ces mêmes expériences peuvent être retournées contre le polymorphisme. En effet, quelle foi peut-on ajouter à la pureté de semis faits sur orange ou sur fèces; comment soutenir, à la suite des expériences de *Pasteur*, qu'une spore étrangère, appartenant à un champignon qui en verse journellement des milliards dans l'air, n'a pu s'introduire dans des cultures qui accordaient à l'air un accès relativement prolongé ?

Nous arrivons à l'époque qu'on pourrait appeler la renaissance de la génération spontanée et qui a vu paraître les beaux travaux de *Pasteur*. La lutte était principalement établie entre *Pasteur* et *Pouchet*. Celui-ci, apôtre fervent de l'hétérogénie, disait ¹ : « sous l'empire de la fermentation ou de la putréfaction, les » corps organiques se décomposent et dissocient leurs molécules » organiques, puis, après avoir erré en liberté pendant un temps » illimité, lorsque les circonstances plastiques viennent à se » manifester, ces molécules se groupent de nouveau pour former » un nouvel être. Bientôt après la manifestation des phéno- » mènes de fermentation ou de putréfaction, on reconnaît qu'il » se forme à la surface des liquides en expérience une pellicule » d'abord inapparente et que le microscope découvre à peine; » puis celle-ci s'épaissit successivement et finit même par devenir » assez tenace... cette pseudo-membrane est la *pellicule pro-* » *ligère*... Lorsque ce sont des végétaux qui apparaissent à la » surface de macérations, la pseudo-membrane est alors formée » presque uniquement par l'enchevêtrement des mycéliums des » champignons rudimentaires qu'on observe à sa surface. On » pourrait donc ajouter qu'il y a une pellicule proligère crypto- » gamique. »

Telles étaient les idées de *Pouchet*, répétées par lui sous différentes formes et en différents lieux ², et auxquelles nous ne vou-

¹ *Traité de la génération spontanée*, p. 335; 1859.

² *Comptes rendus*, etc., t. XLVIII, pp. 220, 546; t. L, p. 532, etc.; 1859.

lons pas nous arrêter plus longtemps, ayant déjà fait connaître quelques notices de cet auteur dans notre première partie. *Pasteur*, le vainqueur de ce tournoi, jetait enfin la lumière sur la question controversée. Dans quelques travaux devenus classiques ¹, cet auteur s'occupait de la fermentation lactique et surtout de la fermentation alcoolique et déterminait la transformation que cette dernière opérait dans les liquides sucrés; il fixait son équation chimique.

Il confirmait énergiquement les expériences de *Schwann*, au sujet de la nature de la levûre et de sa multiplication. « Si la » levûre était d'origine spontanée, « disait-il, ² » il y aurait » forcément dans la liqueur où elle prend naissance toutes les » dimensions apercevables, ce qui n'arrive jamais; en outre, rien » n'est plus facile, en maintenant l'œil assez longtemps au » microscope, que d'assister au bourgeonnement des cellules et à » la séparation des globules adultes; c'est une grave erreur de » figurer des globules de toutes les tailles depuis les plus fines » granulations, comme le fait *M. Pouchet* dans son *Traité de » l'Hétérogénie*; *M. Turpin* avait déjà commis cette faute qui » était nécessaire à sa théorie des globulins. »

Les ouvrages de *Pasteur* sont trop connus pour que nous nous appesantissions longuement sur les faits qu'ils renferment; nous nous bornons, par conséquent, à indiquer les résultats qui intéressent spécialement notre point de vue.

Pasteur prouvait que l'accès de l'air suffisamment chauffé ou filtré à travers des substances poreuses, n'excitait pas la fermentation, ce qu'il fallait nécessairement attribuer au fait que l'air

¹ Voir pour les ouvrages de *Pasteur* : *Comptes rendus*, etc., t. XLV, pp. 913-916. — *Ibid.*, même tome, p. 1052. — *Ibid.*, t. XLVI, pp. 179-180, 615-618 (sur la fermentation de l'acide tartrique), 857; 1858. — *Ibid.*, t. XLVII, pp. 224, 1011-1015. — *Ibid.*, t. L, p. 849; 1860 (ferment urique). — *Ibid.*, t. LI, p. 709. — *Ibid.*, p. 548. — *Ibid.*, t. LII, pp. 16-19; 1861. — *Ibid.*, p. 1260. — *Ibid.*, t. LIV, p. 265; 1862 (ferment acétique). — *Ibid.*, t. LVI, p. 754 et p. 1189; 1865 (ferment putride), etc., etc.

² PASTEUR : *Examen de la doctrine des générations spontanées*, p. 79, note.

admis avait été préalablement dépouillé des germes qu'il contenait par la chaleur ou la filtration. — *Pasteur* allait plus loin : après avoir filtré l'air à travers du coton-poudre, puis dissous ce dernier dans l'éther, il constatait positivement la présence de ces germes, qu'il avait déduite à priori de ses expériences; il produisait même, avec ces germes retenus par le coton, une fermentation en tous points semblable à celle qui se manifestait à l'air libre. Il résultait des recherches de *Pasteur* un fait très-important : la présence de levûre chaque fois que se produisait la fermentation alcoolique.

Avant *Pasteur* même, un Hollandais du nom de *Van den Broeck* avait publié des recherches analogues à celles de *Pasteur*, et qui lui avaient donné les mêmes résultats; mais ces recherches, publiées dans un journal scientifique hollandais ¹ peu répandu, étaient restées presque inconnues; de plus, elles n'étaient ni aussi nombreuses ni aussi variées que celles de *Pasteur*; elles constataient cependant que le suc de raisin, protégé contre les germes organiques, n'entraît pas en fermentation même quand on permettait à un air purifié d'arriver jusqu'à lui.

Les idées de *Pasteur*, admises généralement en France, rencontraient moins d'accueil en Allemagne où *Liebig* les combattait; ce savant chimiste refusait de croire à l'action physiologique de la levûre dans la fermentation alcoolique ². Il assurait que quand on regardait de près les raisons qui paraissaient appuyer cette action physiologique, on se croyait ramené à l'enfance de l'histoire naturelle ³; enfin, il refusait de croire à une relation entre le champignon de la fermentation et le résultat de cette dernière. *Liebig*, on le voit, s'obstinait. En outre, la plupart des botanistes voguant à pleines voiles dans les eaux du polymorphisme, loin d'apporter un éclaircissement quelconque, plongeaient la question dans des ténèbres de plus en plus profondes; ainsi faisaient

¹ *Annalen der provinzial Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft*, Utrecht; 1858.

² *Chemische Briefe. Volksausgabe*, 5^e Auflage, pp. 178 et suivantes; 1865.

³ *Ibid.*, p. 181.

Hoffmann ¹, *Hallier* ², *Lermer* ³, et d'autres dont nous avons parlé.

Enfin, un botaniste de l'école de *de Bary*, *Reess*, publia ses recherches sur les champignons de ferment ⁴, et fit entrer la question dans la voie scientifique dont elle s'était jusqu'alors écartée. *Reess* avait étudié la plupart des champignons de levûre et décrivait leur développement et leur fructification inconnue jusqu'à ce jour; en même temps, ses recherches établissaient l'identité spécifique de ces organismes et portaient à la théorie du polymorphisme un coup terrible.

Reess démontre que la fermentation alcoolique est due non pas à un seul mais à plusieurs champignons, qu'il réunit dans le genre *Saccharomyces*, fait déjà entrevu par *Béchamp* ⁵. Le *Saccharomyces cerevisiae* de la bière se compose de cellules ovales, longues de 8 à 9 micromill. (fig. 20 à 25), qui possèdent une membrane et un contenu protoplasmique, tantôt homogène, tantôt granuleux et renfermant des vacuoles. Il se multiplie par bourgeonnement. Dans une solution fermentescible, les cellules de levûre poussent à une ou plusieurs places de leur surface un prolongement arrondi qui s'agrandit, se sépare, par un étranglement, de la cellule qui l'a formé et peut alors reproduire le même procédé de bourgeonnement, soit qu'il se sépare de la cellule primitive, soit qu'il y reste plus ou moins longtemps attaché. Pour commencer sa végétation, le *Saccharomyces cerevisiae* a besoin de l'oxygène de l'air; sitôt son développement commencé, il peut s'en passer, puisant sans doute l'oxygène nécessaire dans les produits de la fermentation; en outre, la liqueur doit renfermer les éléments déterminés par *Pasteur*, azote en combinaison ou sels ammoniacaux, phosphates, etc. Les cellules contiennent plus de 40 % d'eau

¹ *Botanische Untersuch.*, herausgeg. von H. Karsten, pp. 541 et suivantes: 1866.

² *HALLIER*, *Gährungserscheinungen*.

³ *Untersuch. über die Hefe*. (DINGLER'S POLYTECHN. JOURNAL, *erstes Augustheft*, vol. CLXXXI, pp. 225 et suivantes, 1866.

⁴ *Untersuch. über Alkoholgährungspilze*. Leipzig, 1870.

⁵ *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 112; t. LIX, p. 626.

et peuvent, sans périr, en perdre les $\frac{2}{5}$ par la dessiccation, si celle-ci est opérée graduellement.

Le bourgeonnement que nous avons vu former la végétation du *Saccharomyces cerevisiae*, produit dans la solution nutritive fermentescible l'augmentation ou la diminution de la végétation du *Saccharomyces*. Le *Saccharomyces cerevisiae* est connu dans la pratique sous deux états différents, auxquels répondent les noms de fermentation haute et fermentation basse (*Ober-und Untergährung*).

La fermentation basse se produit par une température de + 4 à + 10° centigrades et pendant la fermentation la température s'élève de 1°,5 à 2°,5; dans ce cas, les cellules du *Saccharomyces* sont réunies par deux, rarement par trois ou par quatre; elles sont arrondies ou légèrement ovales; après trois fois vingt-quatre heures, la fermentation est arrivée à son plus haut degré de développement, et le champignon est le plus souvent formé de cinq à huit bourgeons réunis et portant çà et là des bourgeons latéraux.

Dans la fermentation haute, le *Saccharomyces* est un peu différent. Les cellules sont peut-être un peu plus allongées, piriformes. Peu d'heures après qu'elles ont été placées dans une solution possédant une température de 14 à 18°, elles germent vigoureusement; on les voit réunies par 6-12; la quantité des bulles d'acide carbonique dégagées est considérable, et la température s'élève spontanément de 6 à 10° centigrades. En deux ou trois jours, la fermentation est finie.

Les champignons qui produisent les deux fermentations ne sont pas spécifiquement distincts; en effet, si l'on fait végéter le *Saccharomyces* de la fermentation basse à la température de la fermentation haute, il se comporte exactement comme le *Saccharomyces* de cette dernière et prend ses caractères.

Comment se comporte maintenant le *Saccharomyces cerevisiae* sur d'autres substratums? et son développement est-il restreint aux milieux fermentescibles?

Reess nous donne la réponse à ces questions. Des cultures faites sur des tranches de carottes, de topinambours, de pommes

de terre, c'est-à-dire sur les substratums affectionnés par les polymorphistes donnèrent les résultats suivants : les deux ou trois premiers jours, la levûre se comporta comme dans une solution fermentescible de faible concentration; elle bourgeonna lentement comme à la fin de la fermentation principale. JAMAIS une cellule ne s'allongea en un filament mycélien. Le quatrième jour déjà, beaucoup de cellules mouraient, d'autres enfin se gonflaient un peu, leurs grandes vacuoles disparaissaient, le protoplasme semblait finement spumeux. Le cinquième ou le sixième jour se formaient deux, trois ou quatre noyaux qui absorbaient presque tout le protoplasme finement granuleux; ces noyaux s'entouraient, après douze ou vingt-quatre heures, d'une membrane tendre. Les cellules primitives renfermaient donc alors les cellules-filles, le reste du protoplasme et une séve liquide.

Reess considère la cellule-mère comme une *asque*, les cellules-filles comme des ascospores, et il joint le *Saccharomyces* aux *Ascomycètes*. Il serait un *Ascomycète* composé d'une thèque isolée; ajoutons que cette dernière vue de *Reess* ne paraît pas rencontrer l'adhésion unanime des botanistes. Les ascospores, placées dans une solution fermentescible, commencent à bourgeonner et à reproduire la végétation caractéristique de la levûre.

Quand la formation des asques a commencé, elle continue plusieurs jours, tant que le substratum n'est pas pollué; elle a lieu aussi bien sur les disques de topinambour, de pommes de terre, de raves, que sur ceux de carottes; la solution de gomme est moins propice; l'albumine et la viande sont complètement défavorables. On excite encore la formation des ascospores en étendant journellement d'eau une solution fermentescible; elle a lieu, dans ce cas, après un intervalle de sept à dix jours. Ainsi, la formation des spores se produit quand des cellules vigoureuses de *Saccharomyces* sont placées dans des conditions telles que la nourriture suffisante pour un développement normal leur fasse défaut. Aussi, cette formation ne se présente-t-elle presque jamais dans les manipulations de la fabrication de la bière, la levûre rencontrant toujours un milieu nourricier qui lui permet de reproduire sa forme végétative.

Si l'on place la levûre de fermentation haute dans les mêmes conditions (sur disques de carottes, de pommes de terre, etc.), elle se comporte différemment. Dans la plupart des cellules la végétation s'arrête, le protoplasme devient finement granuleux, la plus grande partie des cellules passe à l'état de repos (*Ruhezustand*); quelques-unes, cependant, bourgeonnent un petit temps faiblement; il ne se forme pas plus de filaments mycéliens aux dépens des bourgeons qu'il ne s'en forme aux bourgeons correspondants des cellules de la levûre inférieure. Une seule fois *Reess* a obtenu la formation d'ascospores avec de la levûre supérieure, mais celle-ci avait végété huit jours à la température de la levûre inférieure.

Les ascospores peuvent germer immédiatement après la maturation; elles peuvent conserver, à l'état sec, leurs propriétés germinatives pendant plusieurs mois. La germination des ascospores réclame l'intervention d'une certaine quantité d'eau, de l'oxygène de l'air et d'un minimum de température. Pas plus lors de la germination que dans n'importe quelle autre circonstance de leur vie, les *Saccharomyces* ne montrent la formation de filaments mycéliens. Toutes les expériences de *Reess* lui ont donné sur ce point des résultats négatifs. Aussi les données positives que nous possédons sur le développement du *Saccharomyces cerevisiae* conduisent-elles à la conclusion que le champignon de la fermentation de la bière est un champignon individualisé et dont toute l'histoire est représentée, d'un côté, par le bourgeonnement végétatif, de l'autre, par les ascospores¹. Il n'est pas une forme de végétation appelée par les solutions fermentescibles; non, il est l'unique forme et se montre partout où le champignon peut s'accroître. Les changements des conditions de nutrition, de température, d'humidité, etc., ne le transforment jamais en une moisissure quelconque.

Pour *Reess*, le *Saccharomyces* de la levûre haute et celui de la levûre basse sont un seul et même champignon. Si certaines différences légères se produisent aujourd'hui dans leur manifestation vitale, elles sont dues à l'accommodation qu'a fait subir au champignon une pratique de plus de cent ans. En effet, toujours la

¹ REESS, *loco citato*, p. 16.

brasserie emploie la levûre basse et la levûre haute pour produire la fermentation correspondante; il n'est pas étrange alors que quelques modifications légères se remarquent entre les deux formes, et que l'une des deux levûres, placée dans les conditions qui font végéter vigoureusement l'autre, ne produise pas une fermentation aussi parfaite que cette dernière. Les données de *Reess* sous ce rapport, bien que n'étant pas complètement vérifiées par l'expérience, sont très-admissibles et du reste généralement acceptées ¹.

Outre le *Saccharomyces cerevisiae*, *Reess* a rencontré dans la fermentation de la bière, à la fin de la fermentation (*Nachgährung*), un second *Saccharomyces* auquel il donne le nom d'*exiguus*; celui-ci, très-petit, ne possède qu'une longueur de 5 micromill. et une largeur de 2 1/2 micromill.; il a été cultivé par *Reess* à la température de la fermentation basse et a produit la fermentation alcoolique comme le *Saccharomyces cerevisiae*.

Fermentation du vin et du cidre ². Cette fermentation n'est pas produite, comme celle de la bière, par un semis spécial; elle est spontanée, dans ce sens, que les organismes qui la produisent, se sèment d'eux-mêmes, soit qu'ils proviennent des fruits, ou que leur présence résulte de quelque autre circonstance extérieure. La masse qui produit la fermentation vinique n'est pas à beaucoup près aussi homogène que celle qui constitue la fermentation cœrévisique; elle est composée d'un certain nombre d'organismes, parmi lesquels il en est deux qui se font remarquer en premier lieu comme ferments alcooliques du moût de vin. *Reess* les nomme *Saccharomyces ellipsoïdeus* et *S. apiculatus*. Le premier se compose de cellules ellipsoïdes, longues d'environ 6 micromill., très-régulières, et qui, abstraction faite de la grosseur et de la constance de la forme, s'accordent avec le *Saccharomyces cerevisiae*, dans tous les points relatifs à la végétation et au bourgeonnement. Le *S. ellipsoïdeus* végète également bien à la température de la fermentation haute et à celle de la fermentation basse, en subissant des modifications correspondant à la levûre basse et à la levûre haute

¹ AD. MAYER, *Lehrbuch der Gährungschemie*, p. 76. Heidelberg, 1874.

² REESS, *loco citato*, p. 24.

du *Saccharomyces* de la bière; de plus, il conserve ses caractères spécifiques, lors même qu'il est placé dans une solution fermentescible différente (moût de bière, etc.).

Quant à la formation des endospores, elle se produit également bien pour ce champignon lorsqu'on le place sur des disques de carottes : elle ne diffère pas de celle que nous avons décrite plus haut pour le *Saccharomyces cerevisiae*. Les cellules-mères renferment le plus souvent deux spores, parfois aussi trois ou quatre : la germination des spores ne présente pas non plus de variations dignes d'être mentionnées. De même que les champignons précédents, le *S. ellipsoïdeus* n'a jamais produit de filament mycélien quelconque.

Le second champignon principal est le *Saccharomyces apiculatus* (Reess); il se compose de cellules elliptiques étirées aux deux pôles en une petite pointe; elles sont longues de 6 à 8 micromill. et larges de 2 à 5; elles renferment presque toujours une grande vacuole et végètent d'une façon particulière. Les bourgeons se manifestent toujours aux deux pôles de la cellule; ils acquièrent environ la grosseur de la cellule qui les forme, puis sont rejetés sur le côté de manière à être presque perpendiculaires à la cellule; le jeune bourgeon peut reproduire le même procédé tout en restant attaché, au lieu de se séparer de suite, et acquérir alors ses deux pointes.

Le *S. apiculatus* a constamment refusé de former des endospores, bien que placé dans les mêmes conditions que celles qui avaient donné lieu à leur production chez les *S. cerevisiae* et *ellipsoïdeus*; jamais il n'a formé de filament mycélien.

Indépendamment des deux champignons précités, Reess a trouvé un troisième *Saccharomyces*, le *S. conglomeratus* qu'il n'a pu isoler, et dont il n'a pu, par conséquent, constater le pouvoir fermentescible, mais qui donne naissance cependant à des endospores comme les autres *Saccharomyces*; puis un quatrième, le *S. Pastorianus*, qui se présente surtout dans la phase qui suit la fermentation principale (*Nachgährung*, postfermentation). Ce *Saccharomyces*, dans l'intérieur d'une solution fermentescible, se comporte à peu près comme le *S. cerevisiae* et forme des bour-

geons longs de 5 à 6 micromill.; il n'en est pas de même quand il arrive près de la surface du liquide; sous l'influence de l'air sans doute, il forme alors une arborisation composée de membres nombreux et plus allongés, étirés en longueur, et qui atteignent une dimension de 18 à 22 micromill. Ces articles allongés donnent naissance à de petits bourgeons ovales analogues à ceux formés dans l'intérieur du liquide. Sur un disque de carotte, la même végétation se produit le premier jour; mais bientôt elle s'arrête; les bourgeons allongés périssent, les bourgeons ovales se transforment partiellement en asques et forment des spores dans leur intérieur.

Reess a examiné la fermentation produite par des raisins de diverses provenances, et a constaté dans le moût de raisin de Halle la présence du *S. ellipsoïdeus* et du *S. apiculatus*; dans le raisin de Grimma en Saxe, les *S. conglomeratus*, *apiculatus* et *ellipsoïdeus*; dans le raisin de Dürkheim (Palatinat), les *S. apiculatus*, *ellipsoïdeus* et *Pastorianus*. En outre, il se trouvait dans le liquide en fermentation un certain nombre de corps n'ayant aucune relation avec elle : des restes de membranes, des fragments protoplasmiques, des raphides, etc.; rarement, des écailles de papillons, des algues de la famille des *Chroococcacées* et des *Palmellacées* et enfin, d'après l'ordre de leur fréquence :

1° Fragments mycéliens et surtout des conidies de *Peziza Fuckeliana* de Bary (*Botrytis cinerea* et *B. acinarum*), Pers;

2° Mycéliums et bourgeons du *Dematium pullulans*, végétant légèrement, puis mourant;

3° Mycéliums et conidies du *Penicillium glaucum*; il s'en trouvait partout, jamais en très-grande quantité; ils venaient parfois fructifier au-dessus du niveau;

4° Mycéliums et conidies de l'*Oïdium lactis*;

5° Toute espèce de formes de champignons indéterminables et au milieu d'elles le *Saccharomyces mycoderma* des fleurs de vin;

6° Spores d'Ustilaginées et d'Uredinées.

7° Conidies de *Pleospora*.

D'où proviennent les *Saccharomyces* de la fermentation vinique? A ceux qui voudraient les faire naître par génération spontanée,

Reess répond que non-seulement le moût de raisin cuit ne fermente pas, mais encore que le moût simplement filtré plusieurs fois se conserve des semaines entières sans produire ni fermentation ni *Saccharomyces*.

Ils ne proviennent pas non plus du pressoir ni de la chambre à fermentation, car le moût cuit ou filtré soigneusement, et préservé du voisinage du moût ou du raisin en fermentation, ne fermente pas, par le fait des *Saccharomyces* cités plus haut, mais bien par l'action des autres ferments répandus dans le lieu où se fait l'expérience, et entre autres d'un petit champignon voisin des *Saccharomyces* et composé de petites cellules arrondies et bourgeonnantes ¹. Les germes doivent donc se trouver sur les baies et les raisins ou bien à leur intérieur; on ne peut pas les découvrir dans les fruits mêmes; par contre, à leur surface se trouvent en plus ou moins grande quantité les formes qui produisent la levûre vinique; ainsi, les *S. apiculatus*, *ellipsoïdeus*, *conglomeratus*; très-rarement, mais avec certitude, les asques du *Saccharomyces ellipsoïdeus*, des spores probablement du *S. Pastorianus*, enfin des conidies de *Pezziza Fuckeliana*, *Trichothecium roseum*, *Penicillium glaucum*, *Oïdium*, *Cladosporium*, *Fumago*, des spores d'*Urédinées* et d'*Ustilaginées*, *Bactéries*, etc. Aux endroits blessés ou faiblement gâtés, les *Saccharomyces* avaient déjà commencé une végétation vigoureuse; de même, quelques-unes des autres spores avaient germé, ce qui explique la présence dans le moût de quelques filaments mycéliens.

Béchamp ² en était du reste arrivé aux mêmes résultats que *Reess*; il avait démontré que l'air n'est pas nécessaire pour le déve-

¹ Dans une solution fermentescible artificielle, j'ai rencontré développé spontanément un champignon analogue à celui décrit par *Reess*; il était formé de cellules rondes de grosseur assez variable; il se multipliait par bourgeonnement, mais les bourgeons se séparaient très-vite de la cellule-mère, de sorte que l'on rencontrait presque exclusivement des cellules isolées. Le liquide ayant étéensemencé de *Mucor racemosus*, je n'ai pu constater si le *Saccharomyces* en question produisait de l'alcool et jusqu'à quel point il le faisait.

² *Comptes rendus*, etc., t. LIX, pp. 626-629; 1864. Sur l'origine des ferments du vin.

loppement du ferment, ni pour le commencement de la fermentation; que les raisins, les rafles du raisin, les feuilles de la vigne et diverses parties d'autres végétaux peuvent porter les ferments à leur surface. Le raisin apporte donc avec lui tout ce qui est nécessaire à sa fermentation. Les expériences de *Béchamp* consistaient dans l'introduction dans des flacons de liqueur fermentescible chauffés, d'une part, de raisin, d'autre part, de feuilles lavées et brossées; dans le premier cas, la fermentation avait lieu; elle ne se produisait pas dans le second, ce qui prouvait que l'air introduit avec le raisin ne causait pas la fermentation. Il ajoutait que si l'on racle la surface d'un raisin mûr, il s'en détache une poussière qui, délayée dans un peu d'eau, montre les formes du ferment normal. *Reess* et *Béchamp* sont donc complètement d'accord pour attribuer aux germes répandus sur la surface du raisin la cause de la fermentation vinique.

Après avoir démontré l'origine des ferments du vin, *Reess* se demande d'où proviennent ceux que l'on rencontre dans certaines bières nonensemencées, et dont la fermentation est par conséquent spontanée. A cet effet, il étudie le faro belge. Du faro fut envoyé de Bruxelles en pleine fermentation; le temps étant très-froid, la fermentation s'était considérablement réduite pendant le transport, et une partie des cellules de la levûre s'était transformée en asques. Quant à la composition de cette levûre, elle était des plus complexes et renfermait toutes les formes de *Saccharomyces* dont nous avons parlé jusqu'à présent : *S. cerevisiae*, *apiculatus*, *ellipsoïdeus*, *exiguus*, *Pastorianus*, enfin un *Saccharomyces* allongé, semblable au ferment indéterminé du vin rouge. Le *S. cerevisiae* était d'abord prédominant; plus tard, ce fut le *S. ellipsoïdeus*; l'un et l'autre formaient des endospores.

Reess attribue la présence de cette levûre spontanée au local où s'opère la manipulation; les germes répandus dans l'air et sur les instruments servent à l'ensemencement. Comme point de comparaison, *Reess* fait quelques essais de fermentation spontanée. Quels organismes se développeraient dans du moût abandonné quelque temps au contact de l'air? Le résultat fut le suivant: D'abord se rencontrèrent des *Bactéries* et toutes sortes de petites

spores bourgeonnantes indéterminables ; ni les unes ni les autres n'excitaient la fermentation ; au contraire, quand la fermentation se produisit, elles furent bientôt anéanties. Enfin apparurent de grandes cellules ovales avec lesquelles commença la fermentation ; le vase fut alors couvert, la fermentation continua ; elle était produite par le *S. cerevisiae*, qui se trouvait, par suite de recherches antérieures, en abondance dans la pièce où se faisait l'expérience. Un autre essai donna le *S. ellipsoïdeus* ; parfois aussi, les *Bactéries* et les moisissures s'emparaient du liquide avant les levûres, résultat qui n'a rien d'étrange si l'on compare le lieu des expériences (un laboratoire de cryptogamie) avec une brasserie, dont l'air est presque exclusivement rempli de *Saccharomyces*.

Reess décrit encore un *Saccharomyces*, le *S. mycoderma* (*Reess*), (*Mycoderma vini*, *Desm.*). Celui-ci constitue la pellicule connue sous le nom de *fleurs de vin*, *fleurs de bière*, que l'on observe sur la bière et le vin. Laissé au contact de l'air ou dans des tonneaux à demi remplis, ce *Saccharomyces* de forme allongée bourgeonne seulement aux extrémités de la cellule ; les bourgeons formés sont rejetés sur le côté par d'autres bourgeons jeunes ; il se forme ainsi un complexe ramifié, disposé dans un seul plan. Le *S. mycoderma* n'agit pas comme ferment, mais comme champignon de décomposition ; il fixe l'oxygène atmosphérique sur le vin ou sur la bière, et apparaît dans toutes les solutions fermentescibles dans lesquelles la fermentation s'est arrêtée. Ce champignon a été confondu avec le *Saccharomyces cerevisiae* de la fermentation haute, à tort selon *Reess* ; le *Saccharomyces* des fleurs est le même, soit que la fermentation du liquide sur lequel il se produit ait été excitée par le *S. cerevisiae* ou par tout autre *Saccharomyces* ; de plus, il apparaît de préférence après la fermentation presque complète ; s'il était une forme aérienne du *S. cerevisiae*, il devrait apparaître dans la fermentation haute de celui-ci, ce qui n'a pas lieu.

Le *S. mycoderma* forme aussi des asques renfermant de une à trois spores ; de tous ceux que nous avons vus, il est le seul qui ne produise pas la fermentation alcoolique ¹.

¹ CIENKOWSKI (*Mélanges historiques tirés du Bulet. de l'Acad. imp. des*

Reess s'élève contre la façon dont les auteurs polymorphistes ont institué leurs expériences, et combat vigoureusement leur théorie. « Il n'est pas de ménagère entendue, » dit-il ¹, « qui, voyant » une moisissure s'élever sur un plat d'airelles placé dans l'office, » ait un seul moment l'idée que la moisissure s'est développée » du fruit; elle sait que la même moisissure se rencontre par-ci » par-là, sur tous les aliments de son garde-manger, de même » que sur les bouchons de ses bouteilles de vin; mais les botanistes, qui savent en outre parfaitement que des spores de certaines espèces de moisissures sont malheureusement répandues » partout, que sur un substratum convenable et sous des conditions favorables de température et d'humidité, etc., une » demi-douzaine de spores développent bientôt une végétation » luxuriante de moisissures, enfin, que la levûre est un des » meilleurs substratums nourriciers des moisissures (de même » que les fruits confits), les botanistes, dis-je, font développer » ces moisissures communes du champignon de la levûre. Ils » accorderont peut-être que dans un vase de compote bien » fermé quelques spores étrangères pourront s'être introduites; » s'il s'agit de levûre, cela leur paraît tout à fait impossible. . . . » s'ils avaient examiné attentivement n'importe quelle portion » de la levûre, ils y auraient rencontré quelques spores de *Mucor*, » *Penicillium*, *Oïdium lactis*, ne fût-ce que quelques-unes sur » 10,000 cellules de levûre. » Pendant la fermentation principale, » le développement des moisissures reste en arrière, les conditions de développement, à côté de quantités innombrables de » *S. cerevisiae* étant trop défavorables; mais elles se montrent » aussitôt que se présentent des conditions meilleures pour elles

sciences de St-Petersbourg, t. VIII, p. 366; 1872) s'est occupé du *S. mycoderma*, *Reess*, *M. vini*, *Desm.*, et a découvert à ce champignon un autre mode de végétation constitué par l'allongement des bourgeons et leur cloisonnement ultérieur; les articles ainsi formés peuvent rester plus ou moins attachés ensemble. *Cienkowski*, se basant sur les différences de forme et de grosseur présentées par le *Mycoderma vini*, incline à rattacher à ce champignon les formes décrites par *Reess* sous les noms de *Saccharomyces apiculatus* et *S. Pastorianus*.

¹ REESS, *loco citato*, p. 56.

» que pour les *Saccharomyces*, comme, par exemple, le semis
 » sur pain, pomme de terre, etc. Alors apparaissent les *Mucor*,
 » les *Penicillium*, les *Oidium*, les *Bactéries*, etc., etc. »

Nous avons résumé les faits principaux renfermés dans l'ouvrage de *Reess*, faits importants, positifs, reposant sur des observations soigneuses, et qui apportent un grand jour sur la question des champignons de fermentation.

Maintenant que nous avons appris à connaître les *Saccharomyces*, revenons un instant au *Mucor racemosus*. Nous avons vu que celui-ci pouvait bourgeonner dans certains liquides, d'une façon qui n'est pas sans analogie avec le bourgeonnement des *Saccharomyces*; mais il y a plus : dans une solution sucrée, ce mode de bourgeonnement transforme une partie du sucre en alcool.

Bail était l'auteur de cette découverte, mais il l'avait faussement interprétée, en établissant une relation gésique entre le *Mucor* et la levûre¹. Il est cependant impossible de confondre la végétation de l'un avec celle de l'autre; il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures 20, 5, 6 et 7, que nous avons dessinées sous le même grossissement, et dans lesquelles nous avons rapproché les unes des autres les cellules du *S. cerevisiae* et les bourgeons du *Mucor racemosus* : l'énorme volume des derniers suffit à les distinguer; mais, indépendamment de ce caractère, il en est un autre : le *Mucor racemosus* perd la faculté de transformer le sucre en alcool, quand le liquide dans lequel il bourgeonne renferme seulement $5\frac{1}{2}\%$ d'alcool². Il n'en est pas de même du *Saccharomyces* qui produit des quantités considérables d'alcool : ainsi, d'un côté, le volume restreint d'alcool formé et, de l'autre, la grosseur énorme des bourgeons du *Mucor racemosus* empêchent qu'on ne le confonde avec le *Saccharomyces*.

Nous le répétons de nouveau : le *Mucor racemosus* n'a aucun lien de parenté avec le *Saccharomyces* de la levûre; l'un et l'autre sont des espèces indépendantes, particulières, qui n'ont de commun entre elles que le liquide fermentescible dans lequel on les rencontre parfois l'une et l'autre.

¹ *Bail* attribuait au *Mucor mucedo* le fait de la gemmation qui devait être rapporté au *M. racemosus*.

² *Fitz*, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 48; 1875.

En présence du mode de végétation des levûres se pose un problème dont la solution présente un intérêt physiologique incontestable. Les levûres peuvent-elles se passer de l'oxygène de l'air pour végéter et le puiser dans le sucre qu'elles transforment? en un mot, leur respiration constitue-elle une exception unique aux lois qui règlent la respiration des végétaux, qu'ils renferment ou non de la chlorophylle? C'est à l'éclaircissement de cette question que *Brefeld*¹, *Mayer*², *Moritz*³, *Traube*⁴ *Blankenhorn*⁵, etc., ont consacré leurs recherches les plus récentes.

Pasteur avait admis dans ses premières observations que les levûres, comme tous les êtres vivants, absorbent d'abord l'oxygène et restituent l'acide carbonique. Par la suite, il a modifié sa manière de voir à ce sujet⁶. Suivant les nouvelles vues de *Pasteur*, accentuées dans des travaux de fraîche date⁷, la fermentation serait une conséquence obligée de la manifestation de la vie, quand la vie s'accomplit en dehors des combustions directes dues au gaz oxygène libre. En présence de l'oxygène libre, la levûre vit comme tous les autres organismes, elle ne produit pas de fermentation; si, au contraire, elle ne rencontre pas l'oxygène libre, elle l'enlève aux combinaisons riches en oxygène pour l'employer à son activité vitale, à son développement, à sa multiplication. L'oxygène enlevé au sucre détruit l'équilibre, et celui-ci est transformé en acide carbonique, alcool, acide succinique, glycérine. La levûre posséderait donc deux modes de vie : le mode *moisissure* se manifes-

¹ *BREFELD*, *Untersuch. über die Alkoholgährung. Abh. der physik. medic. Gesells. zu Würzburg*, p. 163; 1873.

² *MAYER*, *Lehrbuch der Gährungschemie*. Heidelberg; 1874.

³ *MORITZ*, *Berichte der deutsch. chemisch. Gesellsch. zu Berlin*, 7^{te} Jahrg., n° 3, p. 156; février 1874. *Zur Gährungsfrage*. — *Ibid.*, *Ann. der OEnologie*, III Bd., p. 141. Heidelberg, 1873.

⁴ *TRACBE*, *ibid.*, n° 11, p. 872; 15 juillet 1874.

⁵ *Annalen der OEnologie*, Bd. II. Heidelberg, 1871. — *Ueber den günstigen Einfluss vermehrten Luft*, etc., p. 157. — *Ibid.*, p. 432.

⁶ *Comptes rendus*, etc., t. LII, pp. 1260-1264; 1851. Expériences et vues nouvelles sur la nature des fermentations.

⁷ *Ibid.*, t. LXXV, pp. 784 et suivantes; 1872. Faits nouveaux pour servir à la théorie des fermentations.

terait au contact de l'air; le mode *ferment* quand l'air est écarté. Et en effet, le *Saccharomyces mycoderma* que nous avons vu former les fleurs de vin et de bière, se rencontre à la surface des solutions alcooliques qui renferment encore du sucre, et transforme l'alcool en acide carbonique et eau : il le brûle. Si l'on enfonce ce *Saccharomyces* dans la profondeur du liquide, ou bien si on l'empêche de quelque autre façon de respirer l'oxygène, il dédouble le sucre à la manière des ferments véritables.

Mais il y a plus : les levûres ne constitueraient pas une exception unique. Suivant *Pasteur* « tout être, tout organe, toute cellule qui vit ou continue sa vie sans mettre en œuvre l'oxygène de l'air atmosphérique ou qui le met en œuvre d'une manière insuffisante, par l'ensemble des phénomènes de sa propre nutrition doit posséder le caractère ferment pour la matière qui lui sert de source de chaleur totale ou complémentaire. Cette matière paraît devoir être forcément oxygénée et carbonée, puisqu'elle sert d'aliment au ferment. Toutes les substances fermentescibles comptent en effet ces deux corps simples au nombre de leurs principes alimentaires. »

Pasteur s'étaie des faits suivants : vingt-quatre prunes saines, enlevées à l'arbre et placées dans l'acide carbonique, produisaient 6,50 grammes d'alcool, sans que leur aspect changeât et sans que l'apparence d'une décomposition ou d'une fermentation se manifestât¹. De même une feuille de rhubarbe placée dans l'acide carbonique possédait après quarante-huit heures une odeur vineuse et donnait un peu d'alcool à la distillation. Ces fermentations ne sont pas attribuées par *Pasteur* à des ferments, mais à certaines propriétés vitales de la cellule.

Les données de *Pasteur* renferment, on le voit, des faits d'une grande importance s'ils viennent à se vérifier; une confirmation apportée par un botaniste s'occupant spécialement des ferments donnerait aux résultats communiqués par *Pasteur* une influence

¹ D'après *Pasteur (loco citato)*, *Lechartier* et *Bellamy* ont fait sur divers fruits des expériences qui ont donné des résultats analogues.

considérable sur la marche future de la question; jusqu'à présent, cependant, la plupart des mycologues, sans se refuser à croire aux expériences de *Pasteur*, attendent, avant de modifier leur manière de voir, le résultat de nouvelles observations dirigées dans le même sens.

D'après *Liebig*, les cellules de levûre peuvent unir un albuminate et le sucre en une combinaison particulière; cette dernière, comme partie constituante du champignon, possède une action sur le sucre. Lorsque le champignon ne croît plus, le lien qui retenait unies les parties constitutives du contenu cellulaire se dénoue, et c'est le mouvement qui se produit dans ce contenu, qui forme la propriété des levûres de transformer ou de dédoubler les éléments du sucre.

Liebig ne croit pas que la fermentation soit le résultat de l'activité vitale, ni qu'elle soit liée à la vie de certains organismes; le procédé vital et l'action chimique sont complètement différents: « La preuve, » dit *Liebig*, « que le dédoublement du sucre ne » dépend pas du développement et de la multiplication des cel- » lules de levûre, c'est que celles-ci produisent la fermentation » dans une solution ne contenant que du sucre, et dans laquelle, » à cause du manque de nitrates, de sulfates, de phosphates, la » multiplication de la levûre ne peut être qu'insignifiante. »

Ainsi, pour *Pasteur*, la fermentation est l'expression de l'activité vitale s'exerçant sous certaines conditions à l'abri de l'oxygène libre. L'oxygène, nécessaire à l'activité vitale, serait donc enlevé au sucre, combinaison riche en oxygène ¹. Pour *Liebig*, la manifestation vitale et le dédoublement du sucre n'ont rien de commun. La fermentation se produit seulement quand le champignon ne croît plus.

Sans répéter les expériences de *Pasteur*, et s'attachant simplement aux conclusions que l'auteur en tirait, *Brefeld* se demande: La levûre est-elle réellement un organisme à part, possédant une respiration différente de celle des autres plantes et des autres animaux? Si elle se conformait aux lois générales, la levûre, pour

¹ *BREFELD, loco citato*, p. 167.

un volume d'oxygène absorbé, devrait verser un volume d'acide carbonique dans l'atmosphère. Dans le fait, il n'en est pas ainsi : la quantité dégagée de cet acide dépasse plus de trente fois la quantité provenant de la respiration; il est donc formé sans conteste aux dépens du sucre. Dans quelles circonstances se produit la décomposition du sucre sous l'influence de la levûre? Quelles sont les conditions de la fermentation? Cette dernière se produit à l'air libre, par exemple, dans la pratique de la brasserie; ici, en même temps que la fermentation a lieu, les cellules de levûre se multiplient notablement. Mais la fermentation se produit aussi à l'abri de l'air; enfin, elle se manifeste dans les solutions ne renfermant que du sucre. Comment se comporte la levûre dans ces différents cas? C'est ce que *Brefeld* examine, en s'occupant en premier lieu de cette question : La cellule de levûre peut-elle réellement s'accroître sans le concours de l'air? Y a-t-il sur le dernier échelon de la série des êtres vivants une classe dont les conditions de vie soient subitement changées et qui vive d'oxygène combiné?

Pour résoudre ce problème, *Brefeld* chercha à cultiver une cellule de levûre à l'abri de tout contact de l'oxygène; à cet effet, il plaça dans une chambre humide, sous le microscope, une goutte de moût de bière renfermant une cellule de levûre, et fit arriver pendant des semaines un courant continu d'acide carbonique préparé au moyen du marbre et de l'acide chlorhydrique, et lavé dans du carbonate sodique. La cellule de levûre observée se multiplia, mais plus lentement cependant que dans une culture de contrôle placée dans les conditions normales. Le même résultat s'étant produit dans des cultures ultérieures, il s'agissait de savoir si l'acide carbonique était pur. Un essai de ce dernier, par la potasse, montra que $\frac{1}{700}$ du volume restait inabsorbé.

Cette partie se composant d'air atmosphérique, pour débarrasser l'acide de l'oxygène contenu dans cet air, *Brefeld* répéta ses opérations après avoir fait passer le courant d'acide carbonique dans du pyrogallate potassique, composé avide d'oxygène. La levûre s'accrut plus lentement que précédemment, mais s'accrut cependant. *Brefeld*, soupçonnant d'après ce résultat que l'absorption de l'oxygène était incomplète, et remarquant que la

levûre possédait pour celui-ci une affinité très-grande, songea à faire passer l'acide carbonique dans un flacon renfermant une grande quantité de levûre; la cellule ne s'accrut plus, mais elle refusa également de se multiplier quand l'oxygène lui fut restitué; elle était tuée sans doute par la vapeur d'alcool dégagée du flacon laveur rempli de levûre.

Enfin *Brefeld* fit passer dans le tube contenant la culture un courant vigoureux d'acide carbonique, puis fonda à la lampe les extrémités adductive et abductive; la minime quantité d'oxygène renfermée devant être rapidement absorbée par la cellule de levûre, comment se comporterait cette dernière après l'absorption? Dans les premières cultures, les levûres s'accrurent pendant deux jours, puis leur croissance s'arrêta; elles restèrent d'abord en vie; après quelques jours seulement, elles perdirent leur aspect habituel; leur membrane parut s'épaissir, leur contenu devint réfringent; après quatorze jours, elles étaient toutes mortes. Cette végétation restreinte ne pouvait être attribuée au manque de nourriture, car une culture de contrôle à l'air libre avait montré une multiplication tellement vive de cellules, que le champ du microscope en était obscurci; de plus, de nouvelles cellules de levûre semées dans la goutte primitive où se trouvaient les *Saccharomyces* morts, montraient à l'air libre une multiplication vigoureuse; enfin, de nouvelles cultures analogues, mais pour lesquelles le séjour dans l'acide carbonique n'avait pas été prolongé jusqu'à la mort des cellules, produisaient une multiplication nouvelle lorsqu'on les plaçait à l'air libre.

Brefeld conclut ¹ que la levûre ne peut croître sans oxygène libre; que les données de *Pasteur*, suivant lesquelles la levûre, en opposition aux autres organismes, pourrait vivre d'oxygène combiné, manquent d'un fondement réel. De plus, la levûre possède une affinité remarquable pour l'oxygène; quelques cellules attirent à elles en peu d'heures la plus petite quantité d'oxygène libre contenue dans le liquide qui les renferme; la levûre constitue ainsi un réactif on ne peut plus sensible de l'oxygène.

¹ *BREFELD, loco citato, p. 172.*

La seconde question qui se présente est celle-ci : la levûre qui ne s'accroît pas, qui ne trouve pas d'oxygène libre, peut-elle exciter la fermentation dans une solution de sucre? — *Brefeld* remplit un ballon d'une contenance de 5 litres, d'une solution cuite renfermant 10 p. % de sucre candi; dans cette solution furent divisés 18 grammes de levûre mi-sèche; le ballon fut ensuite fermé par un bouchon de caoutchouc, percé de deux ouvertures munies de tubes; entre la surface du liquide et le bouchon, l'espace à air du col ne dépassait pas 2 pouces; par un tube arrivant jusqu'au contact du liquide, fut amené un courant vigoureux d'acide carbonique, qui s'échappait sous le mercure par le second tube. Après quelques heures, le courant fut interrompu, le tube adducteur étant fermé par fusion du verre à un étranglement préparé d'avance. Dans le ballon se trouvait l'air atmosphérique dissous dans la solution pendant le refroidissement, plus celui de l'espace à air compris entre le liquide et le bouchon; mais celui-ci devait avoir été expulsé en grande partie par l'acide carbonique; ainsi la quantité d'oxygène comparée à celle de la levûre pouvait être considérée comme infiniment petite; et, comme dans les expériences précédentes la cinquantième partie peut-être de la levûre contenue dans le ballon avait en douze heures absorbé l'oxygène du liquide et de l'espace environnant, on pouvait supposer qu'ici cet oxygène serait absorbé en quelques heures, en tout cas, en douze ou vingt-quatre heures, après lequel laps de temps le ballon devait être tranquille. Il n'en fut pas ainsi : la solution fermenta quatorze jours jusqu'à ce que tout le sucre eût été dédoublé.

Il résulte de cette expérience que la levûre qui ne s'accroît pas, peut produire une fermentation : ce résultat paraît en opposition avec les faits que nous pouvons constater journellement dans la fabrication de la bière, où la levûre au contact de l'air se multiplie et produit en même temps la fermentation. *Brefeld* explique ainsi cette contradiction apparente : comme la levûre s'accroît très-rapidement et absorbe pour cet accroissement l'oxygène; comme, d'autre part, celui-ci est contenu en quantité relativement petite dans les solutions qui fermentent, il est de suite employé; l'oxy-

gène extérieur n'arrivant pas à tous les points de la solution aussi vite que la croissance de la levûre le réclame, là où il vient à manquer se produit la fermentation. Celle-ci s'arrête quand l'oxygène a de nouveau accès, et la multiplication reprend le dessus. Ainsi l'on s'explique que, dans le commencement, la levûre s'accroît d'abord, mais ne produit pas de fermentation. Il se peut qu'à différents endroits du liquide fermentescible se produisent en même temps la multiplication et la fermentation.

Brefeld résume ainsi les résultats de ses recherches ¹ : La levûre alcoolique a besoin, comme toutes les plantes, d'oxygène libre pour se développer et se multiplier; elle ne peut dans ce but utiliser l'oxygène en combinaison, et la fermentation ne repose pas sur ce fait végétatif qu'on lui attribue, car la cellule de levûre vivante, mais qui ne s'accroît plus, produit la fermentation alcoolique dans une solution sucrée. La fermentation est l'expression d'un mode de vie anormal, incomplet, dans lequel les matières nécessaires à la nutrition de la levûre (sucre, composés azotés et minéraux, oxygène libre) n'agissent pas toutes en même temps ni d'une façon harmonique. La cellule de levûre possède une affinité extraordinaire pour l'oxygène, propriété qu'elle partage avec le *Mucor racemosus* et ses congénères les plus proches, mais que ne possèdent pas les autres organismes inférieurs; de par cette affinité, elle enlève rapidement l'oxygène en dissolution; quand ce dernier vient à manquer, aussitôt se produit la fermentation qui peut se manifester aussi dans certaines parties de la solution, alors que la multiplication s'opère dans d'autres parties non privées d'oxygène.

Mayer ² n'est pas de l'avis de *Brefeld*. Pour lui, le champignon de la levûre peut se passer de l'oxygène libre pendant sa période la plus vigoureuse de bourgeonnement et d'innovation. Il a institué des expériences de fermentation dans l'air et dans l'acide carbonique. Ces expériences paraissent démontrer le peu d'influence de l'air sur la quantité d'alcool et de levûre formée : « la respiration

¹ *Loco citato*, p. 177.

² *Lehrbuch der Gahrungsehemie*, p. 155.

» de l'oxygène, » dit-il, « n'est pas capable de contribuer sensiblement au dédoublement du sucre; » il admet ¹ que chaque organisme doit avoir en réserve, pour l'employer à son travail intérieur et extérieur, une élasticité chimique. Ce travail se traduit en diverses manifestations vitales; il n'est pas nécessaire que cette élasticité chimique soit employée à la combustion des substances organiques par l'oxygène libre; elle peut servir au dédoublement de ces substances organiques. Nous avouons ne pas comprendre trop bien le pas que cette solution fait faire à la question; il nous faudrait maintenant connaître pour quelle raison la force d'élasticité des levûres se dépense parfois en dédoublement du sucre, alors qu'elle se dépense ailleurs en respiration.

Mayer donne une explication plausible de la fermentation spontanée, c'est-à-dire du fait que la levûre sans solution sucrée, sans aucune des substances nécessaires à la fermentation, produit une certaine quantité d'alcool aux dépens de sa substance. *Pasteur* croyait que cet alcool se formait aux dépens de la membrane de la cellule. *Liébig* avait montré l'impossibilité d'admettre cette source d'alcool, par des expériences dans lesquelles la cellulose intervenant était en quantité trop minime pour qu'on pût lui attribuer l'alcool et l'acide carbonique formé. *Mayer* désigne les substances protéiniques, le protoplasme, comme l'origine de l'alcool et de l'acide carbonique. En résumé, ses conclusions sont celles-ci : le champignon de la levûre, dans l'époque purement végétative pendant laquelle il produit la fermentation, n'a pas besoin de l'oxygène libre; le dédoublement en alcool, acide carbonique, etc., représente une perte d'élasticité chimique. La fermentation spontanée de la levûre (ferment sans sucre) se produit aux dépens du protoplasme de la cellule.

Pour *Mayer*, on le voit, multiplication et fermentation sont des phénomènes corrélatifs et indépendants de l'oxygène libre. *Brefeld*, au contraire, distingue spécialement les phénomènes; pour ce dernier, la fermentation peut se passer de l'oxygène libre, mais la multiplication le réclame expressément.

¹ *Loco citato*, p. 159.

Moritz ¹ fait connaître des expériences contradictoires de celles de *Mayer* : deux fermentations ont été opérées, l'une au contact, l'autre à l'abri de l'air; la première a produit une quantité d'alcool et de levûre plus considérable que la seconde. *Moritz* voit dans ses expériences la preuve que la croissance de la levûre et la fermentation sont dans une certaine proportion entre elles.

Enfin *Traube* ² a fait connaître, il y a quelques jours, un grand nombre d'expériences instituées dans le même but que celles des auteurs précédents. *Traube* s'est entouré de précautions minutieuses pour écarter l'oxygène des vases dans lesquels s'opéraient les fermentations. Il consigne le résultat de ses recherches dans les conclusions suivantes :

Les germes de levûre (*Hefe Keime*) ne se développent pas sans le concours de l'air; par contre, la levûre développée peut se propager sans la moindre trace d'oxygène. L'assertion de *Pasteur* que la levûre à l'abri de l'air peut emprunter son oxygène au sucre est inexacte, car sa croissance s'arrête bien avant que le sucre soit décomposé. Enfin, dans une solution de sucre, la levûre produit la fermentation sans que la moindre trace d'oxygène soit présente.

Tel est l'état actuel d'une question sur laquelle le dernier mot ne paraît pas encore dit : un fait paraît acquis dès à présent, c'est que, contrairement aux idées de *Pasteur*, la fermentation ne doit pas être considérée comme un mode de respiration en l'absence de l'oxygène libre, la levûre n'empruntant pas au sucre l'oxygène nécessaire à la respiration. Un second fait paraît aussi ressortir des expériences précédentes : c'est que l'oxygène de l'air est favorable à la multiplication de la levûre. Quant au mode d'action de la levûre sur le sucre, il ne pourra, nous semble-t-il, être déterminé positivement que quand les expériences de *Pasteur* concernant la formation d'alcool par des cellules végétales quelconques auront été répétées et interprétées.

¹ *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin*, 7^{te} Jahrgang, n^o 5, pp. 156-158; Februar, 1874. *Zur Gährungsfrage*.

² *TRAUBE*, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin*, 7^{te} Jahrgang, n^o 11, p. 872; 15 juillet 1874.

Avant de terminer cette troisième partie, il est nécessaire que nous nous occupions brièvement des modes de fermentation produits par de petites plantes appartenant à la classe des *Algues* (*Schizomycètes, Bactéries*), et que nous jetions un coup d'œil sur ces organismes eux-mêmes, qui, sous les noms de *Leptothrix, Micrococcus* (pro parte) *Zoogloea, Monas, Palmella*, ont été considérés par la plupart des auteurs polymorphistes comme les formes inférieures des *levûres*, des *Mucors*, des *Penicilliums*, et pour cette raison réunis par eux aux champignons.

Les *Schizomycètes* (*Bactéries* ¹) renferment les plus petites formes de végétaux connues; les plus forts grossissements doivent être employés à leur observation, et encore ne permettent-ils pas toujours d'étudier leur organisation en détail. Ils se composent de cellules sphériques, ovales, allongées, recourbées, qui peuvent végéter isolément ou vivre en colonies. Les *Bactéries* ne renferment pas de chlorophylle, circonstance qui avait contribué à les faire ranger dans la classe des champignons. Nous avons discuté dans la première partie l'importance de ce caractère, et nous avons fait remarquer qu'elle était restreinte, en comparaison des différences morphologiques qui se manifestent dans le développement et la multiplication des champignons et des *Bactéries*. Chez ces dernières, la cellule unique qui compose tout l'organisme s'allonge jusqu'à ce qu'elle ait acquis à peu près le double de la longueur primitive; elle se divise ensuite en deux cellules par une cloison transversale qui se manifeste au milieu de la cellule; les deux cellules restent réunies pendant un laps de temps plus ou moins grand. Chacune des deux cellules s'allonge à son tour, se divise de nouveau par une cloison et ainsi de suite. Les cellules formées par division sont donc sœurs, elles ont exactement la même valeur morphologique; aucune des deux ne peut être considérée comme ayant donné naissance à l'autre; aucune n'est plus âgée que sa con-

¹ COHN, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 2^{es} Heft, pp. 127 et suivantes; 1872. *Untersuch. über Bacterien*, et aussi partiellement : HOFFMANN (Bot. ZEIT, t. XXVII, nos 13-20, 9 avril, 14 mai 1869). Mémoire sur les *Bactéries*, qui contient quelques bonnes observations malheureusement perdues au milieu d'un grand nombre d'autres tout à fait inexactes.

gène ; toutes deux reproduisent au même titre le mode de multiplication primitif, mode caractéristique dans la classe des *Algues*.

Les *Bactéries* sont arrondies (*Kugelbacterien*), en bâtonnets (*Stäbchenbacterien*), en filaments (*Fadenbacterien*) ou en spirales (*Schraubenbacterien*)

Les *Bactéries* sphériques et celles en bâtonnets se séparent en général les unes des autres, immédiatement après la division ; d'autres fois, les générations de cellules restent unies entre elles, par le fait que les membranes se gonflent en formant une substance gélatineuse claire qui réunit les différents individus formés par division. C'est à cette forme agglomérée que *Cohn* a donné, en 1858 déjà¹, le nom de *Zoogloea*. Dans la masse gélatineuse qui constitue les *Zoogloea*, les cellules continuent à se diviser. Aux endroits où la division se manifeste vigoureuse, les jeunes cellules sont pressées les unes contre les autres ; plus tard, les espaces intercellulaires s'agrandissent et les cellules s'éloignent les unes des autres. Les masses gélatineuses de *Zoogloea* se reconnaissent déjà à l'œil nu ; elles constituent de petits flocons incolores nageant dans l'eau, et qui se déposent à la surface, sur les parois ou sur le fond du vase qui les contient. Les *Zoogloea* peuvent s'augmenter au point de former des membranes épaisses, cartilagineuses, de plusieurs centimètres de contour².

La plupart des *Bactéries* possèdent un état de mobilité et un état de repos ; le mouvement consiste en une rotation autour de l'axe longitudinal ; cependant, dans les espèces allongées, il se manifeste aussi des extensions actives et passives dans la longueur du filament³ ; jamais elles ne serpentent ; elles se meuvent alternativement en avant ou en arrière par simple changement de la direction de rotation. Leur mouvement paraît dû à la présence de l'oxygène, car elles demeurent immobiles en l'absence de ce dernier. Parfois aussi on remarque des alternatives de repos et de mouvement sans cause reconnaissable.

Les *Bactéries*, placées par les uns dans le règne animal, par

¹ *Cohn*, *Nov. Act. Acad. Leopold.* XXIV, 1, p. 123.

² *Ibid.*, *Beiträge*, etc, p. 141.

³ *Ibid.*, *ibid.*, p. 144.

les autres dans le règne végétal, ont longtemps exercé la sagacité des naturalistes. Ehrenberg les faisait entrer dans la famille des *Vibrioniens*, et plus tard, dans son ouvrage sur les *Infusoires*, les subdivisait en un certain nombre de genres d'après leurs différentes formes. La plupart des auteurs, jusque dans ces derniers temps, ont désigné sous ce nom une quantité d'êtres microscopiques de différente nature. Enfin, sont comptées dans les *Bactéries* les formes désignées par les noms de *Mycozoma* (Béchamp), *Bacteridium* (Davaine) *Micrococcus* (pro parte), *Leptothrix* (Hallier), *Mycothrix* (Hallier et Itzigsohn) *Microsporen* (Klebsch) *Micro-Meso-Macrobacteries* (Hoffmann), *Zoogloea*, *Microsphaera* (Cohn).

Récemment enfin, *Cohn*, dans son beau travail sur les *Bactéries*, a soumis ces dernières à une classification rationnelle, en même temps qu'il fournissait sur leur physiologie des données précieuses. *Cohn* divise les *Bactéries* en quatre tribus :

1. *Sphaerobactéries* (Kugelbacterien).
2. *Microbactéries* (Stäbchenbacterien).
3. *Desmobactéries* (Fadenbacterien).
4. *Spirobactéries* (Schraubenbacterien).

La première tribu renferme un genre, *Micrococcus char-emend*¹. Les *Micrococcus* sont des cellules incolores ou très-faiblement colorées², très-petites, sphériques ou ovales, réunies en filaments courts, en chapelets de deux ou de plusieurs articles, en colonnes pluricellulaires ou en masses visqueuses (*Zoogloea-Mycoderma-form*). Les *Micrococcus* se divisent en trois groupes, nommés Chromogène, Zymogène, Pathogène.

¹ *Cohn* adopte le nom de *Hallier* pour ne pas embarrasser la systématique de désignations nouvelles, mais en faisant observer qu'il ne comprend pas sous ce nom les mêmes objets que *Hallier*, dont les données, dit-il, sont tellement tissues de suppositions fausses, qu'il est impossible de se faire même une idée de ses observations. — A notre avis, il eût mieux valu adopter un autre nom, celui de *Micrococcus* ayant été tellement déconsidéré par *Hallier* que les botanistes actuels hésitent à s'en servir.

² *COHN*, loco citato, p. 137.

Les Chromogènes se présentent sous forme de masses gélatineuses colorées de différentes nuances; elles se rencontrent souvent sur des tranches de pommes de terre. Le *Micrococcus prodigiosus* (*Monas prodigiosa* Ehrenb.) possède une couleur rouge, fleur de pêcher; le *M. luteus* est jaune; d'autres sont orangés (*M. aurantiacus*), verdâtres (*M. chlorinus*), bleus (*M. cyaneus*), etc. Leur étude a fourni matière à un travail intéressant de Schroeter qui a décrit et nommé les principales formes ¹.

Le second groupe des *Micrococcus* est le groupe des Zymogènes; il renferme le *M. urae*, ferment urique; c'est lui qui produit dans l'urine la fermentation ammoniacale. Pasteur ² avait remarqué qu'un ballon contenant de l'urine chauffé à l'ébullition, et dans lequel on laissait entrer, lors du refroidissement, de l'air ayant passé par un tube chauffé au rouge, se conservait six semaines sans se modifier. Si après ce laps de temps on laissait tomber dans le ballon un peu d'amiante renfermant de la poussière de l'air atmosphérique filtré, la fermentation se manifestait après trente-six heures. On constatait à l'intérieur du liquide des *Infusoires* qui pour la plupart, dit Pasteur, sont des *Bactéries*, de très-petits *Vibrions* et des *Monades*.

Van Tieghem ³ a confirmé les observations de Pasteur et a donné à la fermentation ammoniacale la même origine que ce dernier. Les observations de Cohn, enfin, s'accordent avec celles des auteurs précédents. Cohn fait connaître de plus que la levûre de bière semée dans l'urine produit de l'alcool et non de l'ammoniaque ⁴.

Le troisième groupe des *Micrococcus* renferme les *Pathogènes* ou *Bactéries* des contagions.

Le *Micrococcus vaccinæ* ⁵ se rencontre dans le vaccin frais aussi bien que dans la lymphe des pustules varioliques. Le *M.*

¹ *Beitrag*e de Cohn, même volume, *Ueber die Pigment-Bacterien*.

² *Comptes rendus*, t. L, pp. 849-854, 1860. De l'origine des ferments. (ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, vol. LXIV, p. 52; 1862.)

³ *Ibid*, t. LXVIII, pp. 210-214; 1864. Sur la fermentation ammoniacale.

⁴ *Loco citato*, p. 158.

⁵ COHN, *Virchow's Archiv.*, 1872.

Diphtheriticus se trouve en grande quantité dans la muqueuse des canaux respiratoires, dans l'affection qui porte le nom de *Diphthéris*. D'après *Oertel*¹, le champignon, introduit d'abord par l'air sur la muqueuse des bronches, envahit les cellules, remplit les vaisseaux lymphatiques, bouche les capillaires, etc.; on en trouve une grande quantité dans les canaux urinaires et dans les corpuscules de Malpighi des reins; ils occasionnent à ces derniers un état de maladie générale. Bien qu'ils se propagent par l'air, *Oertel* a pu produire la *Diphthérie* par injection sous-cutanée, ou en introduisant le ferment par des blessures ouvertes.

Micrococcus septicus (*Microsporon septicum* Klebs). *Cohn* comprend sous ce nom un nombre de *Bactéries sphériques* indiquées depuis deux ans dans différentes maladies putrides de l'homme par *Leyden*, *Jaffe*, *Traube*, *Buhl*, *Waldeyer*, *Recklingshausen*, *Klebs*, *Orth*. Elles produisent la *Pyæmie* et la *Septicæmie*; le liquide provenant des blessures qui les renferment est contagieux; filtré soigneusement, il perd ses propriétés infectieuses. *Recklingshausen* a fait des observations semblables dans la *Pyæmie*, le typhus et autres maladies qui, d'après lui, sont uniquement causées par des *Bactéries*, etc. Dans un liquide de fièvre puerpérale, *Cohn* a trouvé de nombreuses *Bactéries sphériques* deux à deux ou en chapelets. Dans le *Mycosis intestinalis*, *Waldeyer* a trouvé le sang et la lymphe remplis de colonies de *Bactéries*. D'après *Waldeyer*², les *Bactéries* seraient la base des concrétions organiques. *Cohn* s'est assuré que dans le tartre de dents malades, les filaments de *Leptothrix buccalis* sont recouverts par une masse de *Zoogloea*, de *Bactéries sphériques* d'une assez grande épaisseur.

Micrococcus bombycis (*Myerozoma bombycis*, Béchamp). Il se trouve sur le ver à soie et est complètement différent de la Muscardine produite par le *Botrytis Bassiana*, et de la Gattine causée par le *Panhistophyton ovale* = *Nosema Bombycis*. On voit que

¹ *Experimental. Untersuch. über Diphtherie.* (DEUTSCHE ARCHIV. FÜR KLINISCHE MEDIZIN, Bd., 8; 1871.)

² WALDEYER, *Berichte der Medizin. Section der Schles. Gesellsch.*, vom 4^{ten} August 1871.)

les *Bactéries sphériques* constituent, malgré leur petitesse, une classe intéressante, et qu'elles jouent un rôle important au triple point de vue chimique, physiologique et pathologique. Il faut constater cependant que les *Microbactéries*¹ (*Stäbchenbacterien*) produisent la pustule maligne de l'homme, et la maladie contagieuse du bétail à laquelle les Allemands donnent le nom de *Milzbrand*. On ne peut donc pas ranger toutes les *Bactéries* pathogènes dans la tribu des *Sphaerobactéries*.

Microbactéries (Stäbchenbacterien). Elles sont aussi petites que les premières et, comme elles, se réunissent parfois en une masse gélatineuse; mais elles se distinguent, indépendamment de leur action physiologique, par leur structure cylindrique et leur mouvement spontané. Cette tribu ne renferme également qu'un genre, le genre *Bacterium (Bacterium Termo, Ehr.)*. C'est l'organisme qui produit la fermentation putride. En 1865 déjà, *Pasteur*² avait constaté dans cette fermentation la présence constante d'un *Vibrion*, qu'il considérait comme la cause de la putréfaction. *Cohn* rapporte la fermentation putride au *Bacterium Termo*; les *Bactéries* de cette dernière espèce se rencontrent souvent avec des *Bactéries sphériques*, et luttent pour l'existence avec ces dernières, qu'elles décomposent lorsqu'elles sont victorieuses.

A cette tribu paraît se rattacher la *Bactérie* de la fermentation acétique, signalée par *Kützing* qui lui donnait le nom d'*Uvina aceti*³. *Pasteur*⁴ nomma plus tard le ferment acétique *Mycoderma aceti*. On savait que les solutions étendues d'alcool peuvent, dans certaines circonstances (comme leur passage sur des copeaux de hêtre), donner naissance à de l'acide acétique. Mais si tous étaient d'accord sur le phénomène, il n'en était pas de même quant à ses causes; ici encore, *Pasteur* et *Liebig* se trouvaient

¹ COHN, *Beiträge*, etc., p. 166.

² *Comptes rendus*, t. LVI, pp. 1189-1194; 1865. (RECHERCHES SUR LA PUTRÉFACTION.)

³ *Journal für prakt. Chemie*, Bd. II, p. 390.

⁴ *Comptes rendus*, t. LIV, pp. 263-270. Études sur les *Mycoderma*; rôle de ces plantes dans la fermentation acétique.

en contradiction. Le premier faisait dépendre la transformation de ferments organisés; le second, s'appuyant sur le fait de l'oxydation de l'alcool par la mousse de platine, n'admettait pas la nécessité d'organismes et attribuait la production d'acide à une matière azotée hautement organisée, qui peut se modifier à l'air et produire ainsi le mouvement chimique nécessaire à la transformation.

Pasteur avait observé l'existence d'une plante qu'il considérait comme le ferment nécessaire à l'oxydation de l'alcool; il la croyait voisine des champignons de ferments alcooliques, car il lui donnait le nom de *Mycoderma aceti*, comme nous venons de le voir. Cependant *Pasteur* avait remarqué que les *Mycoderma* de la fermentation alcoolique, placés dans l'alcool étendu, brûlaient cet alcool et le transformaient en acide carbonique. Dernièrement *Mayer* a institué des expériences qui ne laissent aucun doute sur la nécessité d'un ferment organisé¹. Quel est ce ferment? La forme la plus commune, celle qui constitue la *pellicule* que l'on rencontre à la surface du liquide fermenté, se manifeste sous l'apparence de chaînes composées d'articles très-ténus; elle doit être rapportée aux *Bactéries*, et d'après la figure de *Mayer*, à la deuxième tribu (*Stäbchenbacterien*).

La troisième tribu des *Bactéries* (*Desmobactéries*, *Fadenbacterien*) renferme, suivant *Cohn*, deux genres: le genre *Bacillus* comprend les formes droites; le genre *Vibrio* les formes ondulées ou enroulées en boucle.

Dans le premier genre rentre le *Bacillus subtilis* *Cohn* (*Vibrio subtilis* *Ehr.*), qui constitue, d'après *Cohn*, le ferment butyrique de *Pasteur*.

La quatrième tribu des *Bactéries* (*Spirobactéries*, *Schraubendacterien*) renferme les genres *Spirochaete* et *Spirillum*, tous deux spiralés et n'ayant avec la question qui nous occupe que des rapports très-éloignés.

Disons encore que *Pasteur* faisait connaître, en 1857 déjà, un

¹ *MAYER*, *Lehrbuch der Gährungschemie*. Heidelberg, pp. 156 et suivantes; 1874.

organisme qui, d'après sa description, ne peut être qu'une *Bactérie*, et auquel il attribuait la fermentation lactique du sucre de glucose ¹.

On comprendra par le court aperçu qui précède, l'intérêt qui s'attache à l'étude de ces êtres infiniment petits dont la présence est constatée dans bon nombre de fermentations, et avec certitude dans quelques maladies. Les *Bactéries*, vu leur mode rapide de reproduction, sont excessivement répandues, elles peuplent l'air; instruments de décomposition, on les rencontre partout où un corps azoté se désorganise: partout où une spore de champignon se meurt, elles arrivent, l'entourent en s'agitant, se multiplient, se nourrissent à ses dépens; en un mot, elles la mangent et la font disparaître.

Cette apparence singulière doit être considérée comme l'origine de bien des erreurs. Les auteurs polymorphistes ayant semé des spores d'un champignon dans un milieu défavorable et remarquant après quelque temps la présence de *Bactéries* qu'ils n'y avaient pas semées; de plus, voyant ces dernières s'acharner, pour ainsi dire, sur les spores malades, se sont imaginé bien gratuitement que les *Bactéries* n'étaient rien d'autre qu'une nouvelle manifestation vitale de la spore en voie de se modifier. Les *Leptothrix*, les *Micrococcus*, les *Zoospores*, rencontrés par *Haller* et autres, sont en partie composés de *Bactéries*, en partie aussi de toute espèce de granulations indéterminables. Si l'on considère de plus que les cellules riches en protoplasme, subissent en se décomposant une sorte de dégénérescence grasseuse, et montrent à leur intérieur quelques gouttelettes excessivement réfringentes, acceptées également comme transformations par les partisans du polymorphisme, on pourra se rendre compte des phénomènes principaux qui ont servi de base à cette théorie.

Si nous jetons maintenant un regard d'ensemble sur les faits consignés dans ce mémoire, nous voyons qu'ils résultent de deux modes d'expérimentation diamétralement opposés. Parmi les

¹ PASTEUR, *Comptes rendus*, vol. XLV, pp. 915-916; 1857. Mémoire sur la fermentation appelée lactique.

nombreux auteurs dont nous avons analysé les ouvrages, les uns cultivent en gros, c'est-à-dire, transportent une quantité de spores d'un champignon dans un milieu différent de celui où elles croissent d'ordinaire; ils ont enlevé le semis à des déjections, au mucus buccal, à une culture en gros; ils l'ont puisé dans un vase rempli de levûre; et nonobstant ils admettent à priori que le matériel est pur; tout au plus quelques-uns appuient-ils leurs assertions sur un examen microscopique *impossible*, lorsqu'on opère sur de pareilles quantités de spores. L'objectif à atteindre est de faire végéter à l'air les champignons qui se développent dans les liquides et de forcer les champignons aériens à se modifier en les enfonçant aussi profondément que possible dans une solution fermentescible ou autre. De temps à autre, on examine les modifications intervenues, lesquelles sont toujours du même genre, quelles que soient les spores semées; on constate que le protoplasme s'est condensé en corpuscules réfringents (gouttes d'huile), qu'il perd sa membrane et met ainsi les corpuscules en liberté; ceux-ci sont animés d'un mouvement rapide (mouvement brownien) et constituent ainsi de prétendues zoospores; les *Bactéries* trouvées aussi en quantité sont, de même, les produits de la *transformation*. Après un temps suffisamment prolongé pour permettre aux spores de l'extérieur ou à celles contenues dans le semis en gros de se développer, on constate la présence de mycéliums (qui sont naturellement produits par les zoospores, micrococcus, etc.); ces mycéliums fructifient et la transformation est opérée. Au lieu de s'étonner de l'uniformité des produits obtenus avec des semis de spores de *Mucor*, de *Penicillium*, de levûre, d'*Agarics*, etc., au lieu d'attribuer cette uniformité à sa cause véritable, à la décomposition qui est unique et la même, quelque soit le corps protoplasmique qui se désorganise, on l'attribue à une force de transformation particulière, multiple, puisqu'elle ramène au même point les objets les plus différents.

De toutes les observations polymorphistes, une seule se dégage vraie : le *Mucor racemosus* ¹ peut, dans une solution fermentes-

¹ Nous avons vu plus haut qu'il en était probablement de même du *Thamnidium*.

cible, produire une certaine quantité d'alcool sans changer de nature, sans se modifier spécifiquement. Mais cette seule observation exacte est noyée dans tant de considérations et de déductions fausses, qu'on a peine à la retrouver au milieu d'elles. NULLE PART l'un des observateurs dont il s'agit n'indique la *continuité organique* entre deux formes, ou bien lorsqu'il tente de le faire, ses explications atteignent un but opposé à celui qu'il se propose et ne servent qu'à démontrer la faiblesse de la méthode.

La seconde classe d'observateurs composée d'abord de *de Bary*, l'adversaire le plus implacable des polymorphistes, de ses élèves *Reess* et *Brefeld* et de plusieurs botanistes, tels que *Cohn*, qui jouissent dans le monde scientifique d'une réputation incontestée, refuse d'admettre toutes les transformations qui n'ont pas passé par le crible de la *continuité organique*. Ils opèrent non plus sur des spores, mais sur une seule spore qu'ils suivent sous le microscope dans toute son évolution, mode d'expérimentation difficile à pratiquer, il est vrai, réclamant de grands soins et un temps considérable, mais fécond en résultats positifs. Ces mêmes auteurs multiplient leurs observations, sachant bien que pour la solution d'une question aussi délicate que celle qui les occupe, l'on ne peut conclure qu'après de nombreux résultats concordants, et ils arrivent à un résultat complètement différent de ceux trouvés par les auteurs cités en premier lieu.

JAMAIS ils n'ont vu une seule transformation s'opérer; JAMAIS ils n'ont constaté de *continuité organique* entre deux formes différentes qu'ils rencontraient dans leurs cultures; aussi ont-ils combattu énergiquement le polymorphisme qui s'est effondré sous leurs attaques.

L'Allemagne scientifique a fait justice déjà de cette théorie qui ne possède plus dans ce pays, croyons-nous, un seul partisan sérieux. Quant aux apôtres des transformations, ils paraissent désirer faire oublier leurs erreurs passées, les uns en tournant leurs études vers une direction complètement différente, les autres en se renfermant dans un silence qui contraste singulièrement avec leurs brillantes déclamations d'autrefois.

En France, si la plupart des écrivains au courant de la science

répudient le polymorphisme, un certain nombre de botanistes persistent à tâtonner dans les ténèbres de cette théorie, en fermant les yeux, volontairement sans doute, aux récentes découvertes. On est surpris en effet de voir M. Trécul¹, deux ans après les publications de Reess dont il ne parle pas, à la vérité, soutenir contre M. Pasteur que « les levûres lactique ou alcoolique pro-
 » viennent directement ou indirectement de matières plasmati-
 » ques ou albuminoïdes en dissolution »; que « la levûre lactique
 » peut se transformer en levûre alcoolique, celle-ci en *Mycoderma*
 » et le *Mycoderma* en *Penicillium*, ou bien la levûre alcoolique
 » croître en *Penicillium* sans passer par l'état mycodermique. » Enfin, que « les spores de *Penicillium* peuvent se transformer
 » en levûre alcoolique. »

¹ *Comptes rendus*, second semestre, t. LXXV, p. 1160; 1872. — *Ibid.*, p. 987 (note). M. Trécul attribue la grosse levûre de vendange au *Penicillium*. — *Ibid.*, pp. 1168 et 1218. — Voir aussi même *Recueil*, t. LXXIII, p. 1455, 1871. — *Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique*. — Dans ce travail que l'on croirait échappé à la plume de Hallier, M. Trécul annonce que « les matières albuminoïdes se changent en Bactéries ou directement en
 » levûre alcoolique ou en *Mycoderma*; les Bactéries en devenant immobiles
 » constituent la levûre lactique. La levûre lactique peut se transformer en
 » levûre alcoolique, celle-ci en *Mycoderma cerevisiae*, ce dernier en *Penicil-*
 » *tium*!! La fermentation a toujours apparû à M. Trécul accompagnée de
 » corps organisés (vivants) de deux sortes; les uns, d'abord mobiles, sont les
 » Bactéries qui deviennent bientôt immobiles et grossissent : ils ont la saveur
 » lactique; les seconds paraissent quelques jours après sous forme de cellules
 » d'aspect tout différent; d'abord petites, puis acquérant un volume plus fort
 » que celui des Bactéries; puis, à un certain moment, elles produisent à l'un
 » des bouts une cellule. Si le vase est bien fermé, les cellules acquièrent les
 » propriétés de la levûre alcoolique et déterminent la fermentation; si la fer-
 » meture est incomplète, elles ne forment que des *Mycoderma cerevisiae* qui
 » ne décomposent pas, ou ne décomposent que fort lentement la matière
 » sucrée. Si ensuite on bouche mieux le vase qui renferme ces *Mycoderma*
 » (regardés par l'auteur comme le premier état des cellules de levûre), ils
 » produisent la levûre véritable et par suite la fermentation alcoolique, à
 » condition, toutefois, que ces *Mycoderma* soient encore très-jeunes, siou
 » ils ne subissent pas leur évolution. » Les observations que nous avons faites au sujet de Hallier pouvant s'appliquer à ce travail de M. Trécul, nous passons sans insister.

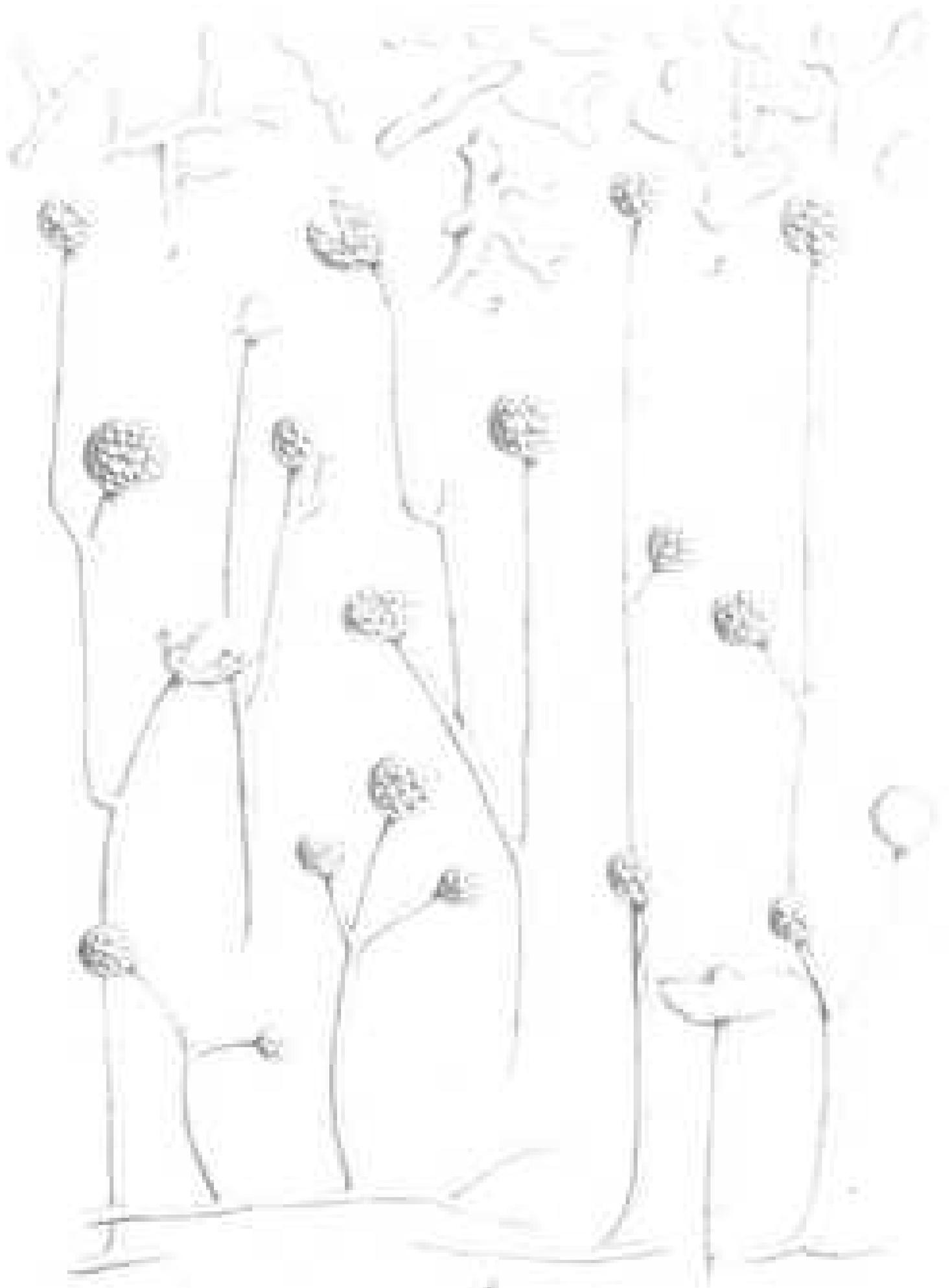
M. *Trécul*, auquel on doit déjà de nombreux écrits polymorphistes, ne trouvera pas mauvais que l'on n'admette ses conclusions que sous bénéfice d'inventaire et lorsqu'il aura discuté les résultats opposés aux siens, auxquels sont arrivés les auteurs précités. Du reste, après le travail si complet et si consciencieux de M. *Brefeld* sur le *Penicillium*, il nous paraît tout à fait impossible que M. *Trécul* ne revienne pas de son opinion primitive, et ne se convertisse pas à des idées plus en rapport avec les progrès de la science.

Nous croyons pouvoir clore ici ce mémoire : si son auteur, auquel est échue la tâche ingrate de répéter des expériences coûtant beaucoup de soins et de temps, n'a pas rencontré dans son travail la satisfaction personnelle produite par la besogne plus flatteuse des recherches originales, il est du moins assez heureux pour donner à la question posée par l'Académie une réponse catégorique, conforme aux opinions professées par les maîtres de la mycologie moderne et étayée par des observations dont l'exactitude ne peut être contestée. Sous ce rapport, la satisfaction de l'auteur est complète; il aime à croire qu'il a levé tous les doutes qui pouvaient exister au sujet du polymorphisme des champignons; il espère que son mémoire contribuera à faire rejeter une théorie qui possède encore, dans certains pays, des racines profondes.

EXPLICATION DES FIGURES.

- Fig. 1. Germination du *Mucor mucedo* dans le décocté de crottin.
— 2. Germination du *Pilobolus cristallinus*, dans le même liquide.
— 5. Germination du *Mucor mucedo* dans le décocté de pruneaux.
— 4. *Mucor racemosus* (sporangies).
— 3. *Mucor racemosus* (développement dans le moût de bière).
— 6. *Mucor racemosus*, après un séjour plus prolongé dans le même liquide.
— 7. *Mucor racemosus*, après un séjour plus considérable encore.
— 8. (a.) Germination du *Chaetocladium*; b, c, d, e, f, fixation sur les filaments mycéliens du *M. mucedo*.
— 9. *Chaetocladium*, fructification asexuelle (spores); (a) point d'attache au *M. mucedo*.
— 10. *Chaetocladium*, fructification sexuelle (zygospores); (formation suivant les lettres a, b, c, d, e.)
— 11. *Thamnidium elegans*, germination et formation des premiers filaments fructifères; (a) la spore.
— 12. *Thamnidium* avec fructification de petits sporanges.
— 13, 14. *Thamnidium*, fructification mixte, à deux espèces de sporanges.
— 15. *Thamnidium*, fructification entièrement développée, composée de petits sporanges.
— 16. *Eurotium Aspergillus glaucus*, fructification asexuelle (conidies).
— 17. La même, dépourvue des conidies et montrant les stérigmates.
— 18. *Eurotium Aspergillus glaucus*, formation des périthécies (suivant l'ordre des lettres a, b, c, d, e, f.)
— 19. *Penicillium glaucum*, filaments fructifères et conidies.
— 20. *Saccharomyces cerevisiae*, après la fermentation principale.
— 21. Le même, après vingt-quatre heures de culture dans un liquide fermentescible.
— 22. Le même, après quarante-huit heures.
— 23. Quelques cellules du *Saccharomyces cerevisiae*, plus fortement grossies.
— 24. Reproduction de la figure 1 (pl. VII), de Carnoy (voir texte).

(Les figures 1 à 7 sont grossies 275 fois; la figure 8, environ 500 fois; les figures 9 à 17, 275 fois; la figure 18, environ 500 fois; les figures 19 à 22, 275 fois; la figure 23, environ 500 fois.)







A. 3116. - A. 3117. - A. 3118.

A. 3119. - A. 3120. - A. 3121.









18. *Gibberna acrostich.*

19. *Gibberna acrostich.*

20. *Gibberna acrostich.*