

NOUVEAUX FAITS
CONCERNANT
LA MUTABILITÉ DES GERMES MICROSCOPIQUES
RÔLE PASSIF DES ÊTRES CLASSÉS SOUS LE NOM
DE FERMENTS

Par M. Jules DUVAL (de Versailles)

(Planches XIX, XX et XXI.)

I

J'ai démontré antérieurement que certains microphytes, et notamment les algues unicellulaires (1), placés dans des conditions physiologiques convenables, pouvaient remplir le rôle de ferment alcoolique.

Je viens aujourd'hui appuyer ma doctrine de la mutabilité, en démontrant que le *Torula cerevisiæ* pur est, au même titre que ses congénères, un être à fonctions essentiellement multiples.

Les expériences que je viens développer ici sont en contradiction formelle avec les idées que professent certains auteurs. Quoi qu'il en soit, fidèle aux principes que j'ai déjà suivis, je marche à nouveau sur le terrain exclusif des faits, et je déclare que quiconque répétera mes épreuves de bonne foi, saura en reconnaître toute la portée et toute l'exactitude.

II

Préparation du ferment alcoolique pur.

Que l'on admette que la levûre de bière soit un mélange de plusieurs ferments particuliers, ou bien qu'on ne voie dans cette lie vivante que le produit de la métamorphose d'un seul et même

(1) Voyez ce même Journal, page 400, juillet 1873, et *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXXII, p. 4027, même année.

Voyez, en outre, les planches placées à la fin de ce numéro.

Micrococcus en présence d'un liquide essentiellement altérable, il n'en est pas moins vrai que cette production organisée n'est pas toujours identique avec elle-même. La levûre de bière fraîche, provenant d'une fermentation régulière, présente d'ordinaire, à côté des globules typiques que tout le monde connaît, divers corpuscules dont le diamètre, le mode d'accroissement et la configuration générale diffèrent sensiblement entre eux.

En présence de ces variantes morphologiques, il semble qu'il n'y ait rien de plus facile que de dire : Ceci est du ferment lactique, cela du ferment de la fermentation visqueuse, ou tout autre proto-organisme représentant une individualité propre. Si cela est vraisemblable, cela n'est pas du moins rigoureusement prouvé, et, dans tous les cas, la question d'origine de ces différents êtres zymiques n'en reste pas moins obscure.

La coïncidence des mêmes formes, chez les êtres cellulaires, implique ordinairement la répétition des mêmes actes physiologiques ; on ne saurait établir, cependant, de règle absolue à cet égard, et en ce qui concerne les corpuscules mal définis qui accompagnent souvent les chapelets du *Torula cerevisiæ* type, il y a quelque témérité, peut-être, à vouloir leur donner un nom *sui generis* préjugant à tort ou à raison leur véritable fonction.

Dans l'incertitude où l'on retombe fatalement si l'on oublie ce grand principe, que c'est le milieu qui fait l'être, et non pas l'être qui fait le milieu, il devient nécessaire, pour établir scientifiquement la mutabilité, d'expérimenter sur un sujet bien homogène et bien pur. Aussi est-ce pour éviter toute cause d'erreur, ou plutôt pour dissiper tout scrupule, que j'ai entrepris de faire tout d'abord le triage physiologique de la levûre sur laquelle je me proposais d'opérer.

Rien n'est plus facile que d'arriver à ce résultat. Tout le secret de l'opération consiste à ensemercer la levûre de bière dans un milieu dont les éléments stables et convenablement associés ne se prêtent que très-difficilement à plusieurs dédoublements chimiques parallèles et simultanés.

La nature elle-même nous ouvre les voies, et le liquide nour-

ricier auquel j'ai toujours donné la préférence n'est autre que le suc de raisins, bouilli, filtré et conservé dans des ballons préparés à la manière de ceux dont M. Pasteur s'est servi pour faire ses expériences (1).

Une parcelle de levûre de bière, aussi récente que possible, étant ensemencée dans un premier de ces ballons, aux trois quarts plein de liquide limpide, je la laisse se multiplier. Le dégagement d'acide carbonique devient manifeste au bout de quelques heures, et petit à petit il s'accroît davantage. Après plusieurs jours de contact, alors que la fermentation, qui s'effectue dans l'étuve à la température moyenne de 25 degrés centigrades, est en pleine activité, je débouche l'appareil et je prélève aussitôt avec une pipette une trace du sédiment levurien de première formation. Je procède tout de suite à un second ensemencement dans un deuxième ballon préparé à l'instar du premier. Je renouvelle cette manipulation une troisième fois, puis encore une autre, et finalement j'obtiens de la levûre alcoolique de quatrième génération.

Dès le début de ces quatre opérations successives, le *Torula cerevisiæ*, soustrait à son milieu habituel, s'est déjà développé d'une façon plus uniforme. Les granulations moléculaires et les bâtonnets bactériidiformes auxquels il se trouvait associé se sont à peine accrus, et il est bien rare, après le deuxième ensemencement, d'en rencontrer encore quelques-uns sous le champ du microscope.

Au troisième temps de l'épreuve, on n'a plus affaire qu'à de gros globules, bien nourris, à nucléus central parfaitement accusé. Au quatrième, la réalisation du problème est aussi parfaite que possible, et le volume de ferment produit semble réellement prodigieux par rapport à la quantité presque impondérable de semence qui a servi à l'engendrer.

La levûre vinique ainsi purifiée diffère sensiblement, comme aspect, de la levûre des brasseries. Examinée dans les ballons qui

(1) Voyez la planche où sont représentés les ballons dont je me sers exclusivement.

la renferment, elle forme au fond de ceux-ci un dépôt mat, ondulé, souvent crevassé, d'apparence grenue et comme féculente. Délayée dans le liquide vineux qui la baigne, elle retombe assez promptement d'elle-même, et si l'on vient à l'exprimer, elle laisse entre les doigts une pâte relativement peu plastique. A l'examen microscopique, elle représente des grains ronds ou semi-ovoïdes, de 0^{mm},030 à 0^{mm},050 de diamètre, s'accroissant nettement par bourgeonnement externe.

C'est avec cette levûre prise, sur le fait, en plein travail de reproduction, qu'ont été effectuées les expériences qui vont suivre. (Voyez l'aspect et la disposition de cette levûre type, pl. XXI, figure 3.)

III

Transformation du ferment alcoolique en ferment lactique en présence d'une liqueur sucrée neutre. — Difficulté première de l'expérience. — Application indirecte de ce procédé à la préparation économique du lactate de chaux pur.

Le 12 septembre 1873, je prépare par la méthode ordinaire des laboratoires 3000 grammes de petit-lait. Je concentre celui-ci au bain-marie jusqu'à moitié de son volume, et j'ajoute au sérum réduit 15 grammes de phosphate neutre d'ammoniaque. Le liquide, filtré froid jusqu'à limpidité parfaite, étant reçu dans trois ballons respectifs, j'additionne le contenu du premier de 50 grammes de carbonate de chaux précipité pur ; le second, qui est resté franchement acide par suite du petit excès d'acide tartrique, employé en premier lieu pour obtenir la coagulation du caséum et des matières grasses du lait, est laissé tel quel ; le troisième, enfin, est exactement saturé par une petite quantité d'eau ammoniacale ajoutée avec précaution : cette affusion ammoniacale a déterminé ici la précipitation d'une petite quantité de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien.

Mes trois ballons, munis chacun de bouchons de caoutchouc montés comme il est indiqué dans les figures, sont chauffés à leur tour jusqu'à l'ébullition du liquide. Cette ébullition est entretenue pendant plusieurs minutes, et l'on ne ferme avec la pince de Mohr

l'ajutage surmontant le tube ensemeur que lorsque les vapeurs aqueuses en sortent à plein jet. Après refroidissement complet, les appareils sont portés à l'étuve, dont la température est maintenue constante de 30 à 34 degrés centigrades.

Au bout de plus d'un mois de séjour dans l'étuve, le petit-lait renfermé dans les ballons n'a donné lieu à aucun phénomène apparent de fermentation. Soit à la base de la colonne liquide, soit à son sommet, on ne découvre, d'ailleurs, aucune formation organisée; multitude de petits cristaux transparents de tartrate ont seuls pris naissance sur les parois des vases.

Cette première épreuve-contrôle prouve que, dans ces circonstances, le petit-lait peut être conservé parfaitement intact.

Il m'est arrivé maintes fois de déposer sous des lamelles de verre, sans précaution spéciale, des gouttelettes de liqueurs fermentescibles bouillies ou simplement filtrées : petit-lait, eau de levûre, sucs de fruits, urine, suc d'asperges, jusqu'à du sang frais, et jamais, même après des mois entiers, dans ces préparations non fécondées, je n'ai vu apparaître le moindre vestige d'organisation. Ce criterium simple en dit plus que bien d'autres expériences instituées pour combattre la *genèse spontanée*; il met en garde, d'autre part, contre certaines avances trop prématurées de l'école panspermiste.

Comme, toutefois, dans l'essai précédent, il pourrait y avoir eu méprise, au simple *visu*, pour le contenu du ballon renfermant le carbonate de chaux, j'ai eu le soin de le déboucher afin de m'assurer de son entière conservation. La réaction du liquide s'est trouvée bien neutre; son odeur et sa saveur étaient celles du petit-lait frais, et quant au précipité rassemblé au fond du vase, il s'est montré au microscope sous l'aspect d'un sédiment amorphe et entièrement soluble, avec effervescence dans l'acide chlorhydrique dilué. Rebouché avec soin et soumis à une nouvelle ébullition, on l'a laissé ensuite refroidir pour le soumettre, le lendemain, à l'épreuve de l'ensemencement avec trace de levûre alcoolique, ainsi que le ballon à petit-lait acidulé tartrique. Le ballon à tartrate d'ammoniaque a été laissé provisoirement de côté.

A la même date où ont été pratiqués ces ensemencements, 29 octobre, j'ai préparé une nouvelle quantité de petit-lait, et j'en ai prélevé une partie que j'ai alcalinisée très-légèrement par le bicarbonate d'ammoniaque. Ces deux sérums, l'un acide, l'autre alcalin, étaient destinés à étudier par ensemencement, sous lamelles de verre scellées au bitume de Judée, le métamorphisme des cellules de levûre déposées avec la pointe d'une aiguille dans une goutte de ces liquides.

Le but de ces premières épreuves était de chercher à provoquer dans le petit-lait acide la fermentation alcoolique, et, dans celui qui avait été additionné de craie, la fermentation lactique. Or, ni dans un cas, ni dans l'autre, il ne s'est fait aucune de ces fermentations.

Les utricules de ferment alcoolique, soumises à l'ensemencement sous-lamellaire, se sont simplement étiolées; leur nucléus central s'est résolu tout d'abord en granulations diffuses, puis leur cycle mutabilitaire s'est arrêté, et la masse des globules semés au centre de la lamelle couvrante ne s'est nullement accrue.

Quant aux changements opérés, à première vue, au sein des ballons, ils ont consisté dans l'apparition, du septième au neuvième jour après l'ensemencement, d'un léger voile mycodermique s'accroissant avec lenteur et s'étalant finalement sur toute la surface liquide.

Après deux mois de contact, les ballons sont débouchés.

A. Le sérum acide présente l'odeur du petit-lait fraîchement fait, sa saveur paraît un peu plus plate. A la distillation, aucune trace d'alcool ou d'acide acétique. Quant à la membrane mycodermique superficielle, elle est formée d'articles cylindriques, presque linéaires, de 0^{mm},012 de largeur sur 0^{mm},065 de longueur. Ces articles sont marqués intérieurement de points nucléolaires opaques et comme disposés sans ordre; ils se tiennent littéralement bout à bout, et autant que j'en ai pu juger par leur disposition, leur mode de reproduction paraît être fissipare; ayant affaire à des organismes développés déjà depuis longtemps, je n'affirmerai cependant rien sur ce point.

En l'absence de tout composé marquant le dédoublement de la matière sucrée du lait dans un sens ou dans l'autre, on est en droit de se demander quels ont pu être l'origine et le rôle de la pellicule prolifère formée à la surface de ce sérum tartrique. Les hétérogénistes ne verraient ici qu'une génération spontanée, et, quant aux panspermistes, marchant à l'aventure dans un monde de germes innominés, ils trouveraient leur salut facile en invoquant, pour cette expérience comme pour tant d'autres, multiples causes d'erreurs.

Pour moi, je ne puis raisonnablement voir dans les microphytes à forme spéciale observés ici qu'une création secondaire ayant sa source dans les nucléolules échappés par exosmose aux globules mères du ferment sous-jacent, nucléolules qui, eux, ne pouvant sans doute se développer sans gaz oxygène libre, sont venus mécaniquement respirer à la surface du liquide. Ce ne serait là qu'un nouvel exemple du passage fréquent d'un être à fonction primitivement zymique à la vie azymique, et ce phénomène, qui n'est qu'un cas particulier de la mutabilité, fait comprendre à son tour par quel mécanisme simple la nature, forcée dans ses actes, fait passer certains êtres dont la respiration est normalement aérienne à la respiration fermentative.

Le *Mycoderma vini* qui recouvre le vin rouge dans les tonneaux en vidange ne me paraît pas avoir, le plus souvent, d'autre raison d'être; car, quoi qu'on en ait dit, la *fleur du vin* n'a pas d'ascendant procréateur tout formé dans l'air, et si, guidé plus tôt par l'analogie, j'eusse cherché à fond quelle pouvait avoir été la fonction chimique de mon nouveau mycoderme, je ne doute pas qu'elle ne se fût trouvée en rapport avec celle du *M. vini* lui-même. J'avouerai toutefois n'avoir pas poussé mon investigation de ce côté.

B. Le sérum neutre additionné de craie présente l'odeur du lait chauffé, et en aspirant fortement au col du ballon ouvert, on éprouve sur la membrane pituitaire du nez la sensation piquante de l'acide carbonique libre. Pas d'alcool, pas d'acide acétique; traces seulement d'acide lactique. La pellicule continue qui re-

couvre le liquide est formée de cellules cylindrovoïdés, légèrement arquées vers le milieu, d'une largeur moyenne de $0^{\text{mm}},025$ sur une longueur de $0^{\text{mm}},070$. Au fond de la liqueur, sédiment mixte de carbonate de chaux avec rares utricules semblables à celles qui forment voile à la surface et bâtonnets, articulés non moins rares, qui ne sont, probablement, que du ferment lactique en voie de formation.

Ayant insisté précédemment, avec quelque détail, sur la signification rationnelle que j'ai cru devoir donner de la genèse des éléments figurés formant revêtement mycodermique à la surface du liquide à petit-lait acide, je ne m'arrêterai pas ici à une nouvelle interprétation.

C. J'ajouterai, enfin, qu'au bout de trois mois passés d'exposition à l'étuve, le petit-lait neutre à phospho-tartrate d'ammoniaque qui n'a pas été ensemencé est resté d'une limpidité parfaite.

— Si l'on s'en tenait aux épreuves précédentes, la doctrine de la mutabilité, telle que j'ai cru devoir la formuler, réunirait peut-être peu de partisans en sa faveur. J'aurais pu, en effet, pour soutenir plus ardemment ma cause, passer sous silence des expériences dont la conclusion ne saurait être, pour des esprits prévenus, de la dernière rigueur. Quoi qu'il en soit, c'est là, je dois le dire sans passion, un premier acheminement vers l'évidence, et si jusqu'alors je n'ai pu obtenir que le ferment alcoolique *pur* devînt franchement ferment lactique, c'est simplement parce que les conditions physiologiques dans lesquelles je me suis placé ne se prêtaient pas par elles-mêmes à cette métamorphose.

L'étude de la morphogénie cellulaire est subordonnée surtout à l'étude des milieux, et il était plus que probable que si, au lieu de livrer pour *nourriture première* au ferment alcoolique de la lactine, je lui eusse donné de la glycose, son aliment carboné habituel, sans changer pour cela les conditions de neutralité chimique, j'eusse obtenu de la sorte un résultat plus complet. Ce qui n'était que simple prévision devint réalité; voici comment, pour m'en convaincre, je disposai l'expérience.

20 décembre 1873. — Le contenu des trois ballons dont il a été

question plus haut, ayant été transvasé dans une même capsule, j'ai ajouté au liquide 50 grammes de glycose demi-fluide du commerce, et j'ai soumis le tout à l'ébullition. Le liquide filtré ayant été reçu dans un ballon unique, je l'ai additionné de 125 grammes de craie précipitée, et comme d'ordinaire, je l'ai soumis à une nouvelle ébullition prolongée dans le ballon même muni de son système de tubes.

Après une quinzaine de jours de repos à l'étuve, le liquide est resté intact, et pas une seule bulle gazeuse ne s'est développée dans sa masse. Je procède alors, 6 janvier 1874, à l'ensemencement d'une parcelle de levûre de quatrième génération.

En même temps, comme point de repère, je sème sous des lamelles préparées *ad hoc* un atome de même levûre. Le liquide nutritif est exactement le même, sauf le carbonate de chaux qui est remplacé ici par le bicarbonate de potasse jusqu'à réaction légèrement alcaline.

Après très-peu de temps, le travail de la fermentation devient apparent dans le ballon lacto-glycose, et dès au bout de douze heures, il se dégage des bulles gazeuses continues qui viennent refouler et crever alternativement les cylindres liquides condensés dans les anses du tube sinueux abducteur des gaz.

Le 7 janvier, le dégagement gazeux continue régulièrement.

Le 8, on commence à entrevoir à la surface du liquide quelques taches mycodermiques.

Le 10, dégagement gazeux lent, mais toujours continu. La pellicule miroitante, entrevue l'avant-veille, ne recouvre le liquide que partiellement et, désormais, elle ne s'accroîtra plus.

Du 15 au 20 janvier, la fermentation devient sensiblement plus active, et l'on peut recueillir sous le mercure un gaz qui est de l'acide carbonique mélangé encore d'un peu d'air et de traces d'hydrogène.

Du 22 janvier au 5 février, le pétilllement gazeux semble s'atténuer, et les bulles qui sont devenues très-grosses partent moins pressées du fond du ballon.

Du 5 au 20 février, mêmes phénomènes que les jours précé-

dents. On aperçoit au niveau du dépôt crayeux une couronne grisâtre parfaitement limitée.

A la fin de mars, la fermentation semble suspendue ; on laisse néanmoins le ballon en place sans l'agiter. Il s'est formé, à cette époque, dans plusieurs parties du ballon, et notamment sur ses parois, des concrétions blanchâtres, boursouffées, ayant l'apparence de choux-fleurs. Au fond, sédiment pulvérulent maculé de taches jaunâtres ; ce sédiment est recouvert par un mucus abondant, gris sale.

Les lamelles de verre à liquide lacto-glycose,ensemencées dès le début, ont donné lieu au développement exclusif de levûre alcoolique, et les globules de celle-ci se sont procréés, en si peu de temps et avec une telle rapidité, que les bulles gazeuses qui ont pris naissance ont soulevé le vernis au bitume appliqué sur leur pourtour. Il a donc été impossible d'assister *de visu* au second temps de la fermentation mixte qui a pu être observée dans le ballon.

A l'ouverture de l'appareil qui a été laissé à l'étuve jusqu'au 11 avril, on constate que le liquide mis en expérience présente une réaction très-fortement acide ; son odeur est agréable et faiblement spiritueuse. Les organismes du voile mycodermique dont il reste encore des lambeaux sont formés de cellules ovoïdes, marquées de deux, trois ou quatre points nucléolaires brillants ; leur forme et leur grandeur sont sensiblement celles qu'on a déjà observées pour l'expansion mycodermique du ballon dont il a été parlé au § B. Ces cellules sont accompagnées de granulations et de corpuscules diaphanes, articulés, disposés en séries linéaires, doués du mouvement brownien. Au fond, sur le dépôt formé de lactate de chaux empâté dans du carbonate non encore décomposé, se trouvent les masses muqueuses dont j'ai fait mention.

Si l'on examine au microscope, au grossissement de 400 à 600 diamètres, une parcelle de ce coagulum vivant, on le trouve formé de myriades de proto-organismes en tout semblables aux petits points granulaires et aux chapelets bactériiformes observés à l'état de mélange avec les microphytes restés flottants au sommet du

liquide. Ces organites infimes, dont les uns sont isolés et les autres disposés par groupes moniliformes plus ou moins accentués, représentent, sans nul doute, une variété nettement définie de levûre lactique, et, quant à l'énigme de la formation de cette dernière, c'est une question qui, je le suppose, peut se passer de tout commentaire.

Par une vive agitation, le dépôt de carbonate calcique restant au fond du ballon s'est trouvé de nouveau attaqué, et il s'est produit un violent dégagement d'acide carbonique; la liqueur est alors redevenue presque neutre. Une partie de cette liqueur, soumise à la filtration et distillée à moitié dans l'alambic Salleron, a donné un liquide qui, ramené à son volume primitif, titrait 3,20 pour 100 d'alcool absolu; le liquide distillé était *parfaitement neutre* et son odeur rappelait assez celle de l'hydromel vineux.

Après ébullition prolongée et filtration au papier, j'ai obtenu du premier coup, après refroidissement de la totalité du liquide générateur d'acide lactique, un poids de 75 grammes de lactate de chaux, en masse spongieuse, très-blanche. Ce lactate, décomposé par l'acide oxalique, m'a donné exactement 53 grammes d'acide lactique ambré, de consistance sirupeuse, et entièrement inodore.

En présence de la netteté des résultats obtenus après cette première tentative, j'ai institué quelques expériences comparatives dans le but de faire de l'acide lactique pur rien qu'avec de la glycose, des sels assimilables convenablement choisis et un ferment bien nourri. Or, tout dans ces épreuves, sauf la plus grande lenteur de la réaction, a répondu en faveur de la supériorité de la nouvelle méthode sur les méthodes anciennes.

Lorsqu'on songe à la difficulté qu'on éprouve à obtenir du lactate de chaux bien exempt de butyrate ou d'autres produits odorants par les procédés classiques ordinairement employés, on n'hésite pas à donner la préférence à un *modus faciendi* qui donne d'emblée un produit irréprochable. Dans aucun cas, au reste, et quel que soit le temps que se prolonge la catalyse chimique, on n'a à craindre le passage de la fermentation alcool-

lactique à la fermentation butyrique, et c'est là une difficulté pratique assez importante à résoudre (1).

Je suis arrivé à préparer en petit, pour mon usage personnel, de l'acide lactique à un prix de revient moitié moindre que celui auquel le commerce le livre habituellement, et je ne doute pas que le lactate de chaux ou de zinc fait ainsi industriellement, sur une plus grande échelle, ne puisse s'abaisser à une valeur vénale qui serait encore bien moindre.

IV

Transformation du ferment alcoolique en ferment benzoïque. — Fermentation naturelle de l'urine des herbivores.

On admet généralement que l'acide hippurique se dédouble en acide benzoïque et en glycocole sous l'influence du *mucus* que renferme à l'état normal l'urine des herbivores. Cela est vrai, dans toute la rigueur des termes, en ce qui concerne la *fermentation naturelle* de l'acide hippurique, et il n'est nullement besoin de l'apport particulier des germes venus de l'air pour opérer cette transmutation physiologique.

Le ferment n'est autre chose ici que le mucus charrié par l'urine elle-même, et j'ai même eu l'occasion d'observer plusieurs fois que l'urine *récente* de vaches, nourries avec des plantes vertes, renfermait de l'acide benzoïque à l'exclusion de toute trace d'acide hippurique.

Le ferment lactique, et apparemment le ferment butyrique qui se développent spontanément dans le lait nature, préexistent également en germe dans ces liquides normaux, et il en est de même, selon toute probabilité, des ferments granuloïdes qui sont susceptibles de se développer dans diverses sécrétions d'origine animale, lorsque ces dernières sont soustraites à l'influence de la vie.

Si les corpuscules organisés qui se trouvent en suspension dans

(1) Je ferai pourtant à ce sujet quelques réserves sur lesquelles je reviendrai plus tard.

l'atmosphère étaient réellement les seuls agents provocateurs de la fermentation qui s'opère dans l'urine des herbivores abandonnée à elle-même, nul doute que ces ferments n'évoluassent en bactéries, en monades ou bien encore en vibrions spéciaux. Car, il faut bien le remarquer, tout le temps que dure le dédoublement hippurique, l'urine reste fortement alcaline, et l'on sait que, dans ces circonstances ordinaires, les microphytes ont l'habitude de céder le pas à leurs antagonistes, les microzoaires. On ne saurait donc voir dans l'essence originelle du ferment des urines alcalines qu'un microzylum spécial, engendré par l'organisme lui-même. Ces microzyla, ces granulations du mucus, produits par la désagrégation des cellules épithéliales, sont à l'urine des herbivores ce que sont les éléments leucocytiques par rapport à l'urine des carnivores, et dans l'un et l'autre cas, que l'on ait affaire à la fermentation benzoïque de l'acide hippurique ou bien à la fermentation ammoniacale de l'urée, je ne vois pas qu'il soit nécessaire d'invoquer la présence de germes aériens dont le rôle est purement secondaire et simplement hypothétique (1).

Est-ce à dire pour cela que les spores, les granulations moléculaires, les cellules confervoïdes, les diverses dépouilles d'organismes supérieurs et les ferments organisés qui en dérivent plus tard ne soient pas aptes à se plier à la loi de mutabilité en présence de l'acide hippurique? Non, certes; ici, toutefois, leur mission ne se révèle que lorsque les conditions physiologiques normales se trouvent renversées.

Une trace de levûre alcoolique semée, par exemple, dans de l'urine de vache à laquelle on n'aura fait subir aucune modification physique, y jouera le rôle d'un corps purement inerte; les corpuscules figurés apportés de la vessie ou de tout autre point

(1) A l'appui de cette manière de voir, je citerai qu'ayant examiné dernièrement avec beaucoup d'attention l'urine toute récente d'une femme diabétique, j'ai trouvé le mucus de cette sécrétion presque entièrement constitué par des globules jeunes de levûre alcoolique. Les granulations du mucus peuvent donc, dans ce cas pathologique particulier, se transformer en levûre glycosique au sein même de la vessie, et je l'affirme d'autant mieux que mes expériences sur la micrographie aérienne m'ont toujours prouvé qu'il n'y avait dans l'air aucun ferment tout formé.

de l'appareil urinaire agiront seuls comme ferment et s'y développeront au même titre. Mais, si le même liquide est soumis à une température suffisamment élevée pour détruire la vitalité des corpuscules zymiques enfantés par l'organisme, c'est alors qu'il faudra faire intervenir fatalement le rôle secondaire d'un germe apporté du dehors.

L'urine d'un animal quelconque soumise, en effet, à l'ébullition pendant quelques instants dans des vases préparés de manière à s'opposer à la rentrée des poussières aériennes pendant le refroidissement, peut se conserver intacte pendant un temps indéfini.

Si, profitant de ce fait, on dispose l'expérience de façon à faire pénétrer dans l'urine stérile tel ou tel germe déterminé, il sera facile de voir qu'il n'est pas toujours indispensable d'avoir recours à des germes spéciaux pour provoquer telle ou telle fermentation. Voici comment, en changeant les conditions de milieu, pour mieux forcer l'expérience, j'ai pu résoudre une nouvelle fois ce problème.

20 décembre 1873. — 400 grammes d'urine humaine ayant été additionnée de 12 grammes de bihippurate d'ammoniaque à réaction acide, j'ai fait bouillir le liquide et je l'ai filtré dans un ballon préparé.

La liqueur, soumise à une seconde ébullition dans son récipient lui-même, a été conservée jusqu'au lendemain, jour où je l'ai fécondée par l'addition d'une trace de levûre alcoolique bien pure (1).

J'ai préparé en même temps deux lames porte-objet propres à servir de contrôle.

Après vingt-quatre heures de séjour à l'étuve, l'urine a commencé à se couvrir d'une pellicule blanchâtre. Au bout de deux jours, cette mince membrane est devenue continue ; pas de dégagement gazeux.

(1) A l'époque où j'ai entrepris ces expériences, je n'avais aucune connaissance des travaux de M. Van Tieghem sur le même sujet. Les résultats auxquels est arrivé ce physiologiste n'infirmant, d'ailleurs, en quoi que ce soit les miens. — Cons. : Van Tieghem, *Sur la fermentation ammoniacale* (*Comptes rendus*, t. LVIII, 1864).

Le 19 janvier, le tissu mycodermique semble s'être dissous, et il ne reste plus à sa place qu'un voile nébuleux à peine définissable. Aucune émission de gaz. Au fond du ballon, dépôt simulant un précipité chimique.

Aucun autre phénomène sensible ne s'est produit à partir de cette époque jusqu'au 16 février, jour où l'on met fin à l'expérience.

Durant ce laps de temps, il a été facile de suivre sur les globules levûriens semés sous les lamelles de verre des changements morphologiques appréciables.

Dès le lendemain de l'ensemencement, tous les globules sont devenus intérieurement granuleux. C'est le point vitellin central qui, seul, a subi cette tendance à la nucléolisation multiple, car la paroi externe de chaque cellule mère et la partie intermédiaire, qui représente en quelque sorte son albumen, sont simplement devenues plus transparentes.

Pendant cinq jours consécutifs, le métamorphisme est resté le même.

Au bout de ce temps, le développement endospore est devenu manifeste, et la membrane-paroi ainsi que le protoplasma sous-jacent se sont presque entièrement effacés.

Le septième jour, on découvre çà et là, dans l'océan liquide, des îlots cellulaires formant des paquets d'articles ovoïdes, épanchés à la manière de rameaux de batrachospermes; c'est là un accroissement non équivoque d'une levûre spéciale. Le contenu de chacun de ces articles de nouvelle formation n'est nullement granuleux; il se montre, au contraire, homogène, et quant à leur mode d'accroissement, il est devenu nettement exospore.

Ces cellules, d'après leur disposition, paraissent comme soudées entre elles, et le diamètre de chacune d'elles est environ trois fois moindre que celui de la levûre alcoolique normale.

Il est resté, néanmoins, au sein du liquide, multitude de globules granuleux isolés, dont la configuration ne changera plus désormais.

Le 19 janvier, les productions cellulaires, d'apparence batrachospermique, se sont sensiblement accrues.

Plus tard, enfin, elles ont persisté, ainsi que les granules primaires ayant à leur centre les petits globulins, et sauf la réfringence plus accusée de ce petit monde cellulaire, on n'y a plus rien observé de nouveau.

Au moment où l'on a ouvert le ballon à hippurate, le liquide qu'il renfermait était transparent, foncé en couleur, d'une odeur d'urine récente, quoiqu'un peu plus aromatique, à réaction franchement acide.

Le voile mycodermique superficiel, à peine visible à l'œil nu, est formé de petits amas de cellules bourgeonnantes, présentant la disposition étoilée. Chaque cellule possède une paroi diaphane et un nucléus très-brillant; diamètre moitié plus petit au moins que celui de la levûre alcoolique.

Le sédiment qui séjourne au-dessous de l'urine est formé des mêmes cellules disposées aussi en séries ramifiées; on y aperçoit, en outre, des granulations moléculaires, libres et douées de l'agitation brownienne.

L'urine, soumise à l'ébullition, filtrée et traitée par un excès d'acide chlorhydrique, s'est prise à chaud en un magma cristallin. Ces cristaux égouttés et lavés à l'eau froide, ayant été d'abord traités par un lait de chaux, en présence du charbon animal, ont été décomposés une deuxième fois par l'acide chlorhydrique.

On a obtenu dans cette nouvelle opération une cristallisation non moins abondante que la première, et il a été facile de s'assurer que ces cristaux, d'apparence nacréée et parfaitement blancs, n'étaient autres que de l'acide benzoïque bien pur.

La liqueur mère acide, séparée des premières lamelles benzoïques, a été soumise à son tour à une évaporation ménagée. Le produit de l'évaporation additionnée d'une solution alcoolique de soude caustique, a donné, enfin, une quantité fort appréciable de glycolamine impure, et les propriétés spéciales de cette substance azotée ont pu être nettement déterminées.

Les phénomènes de métamorphisme et la mobilité fonctionnelle de la levûre alcoolique mise en action dans cette épreuve se

sont montrés suffisamment accentués, je pense, pour que je n'aie nullement besoin d'insister une nouvelle fois sur leur véritable valeur physiologique.

V

Transformation de la levûre alcoolique en levûre uréique indéterminée. — Origine probable du ferment de l'urée.

La cause intime de la transformation de l'urine acide des carnivores en urine ammoniacale est encore, à l'heure qu'il est, l'objet de nombreuses controverses.

Pour les uns, c'est au *mucopus* qu'entraîne toujours l'urine elle-même qu'est dû le phénomène. Pour d'autres, l'agent transformateur doit être pris forcément dans l'air, et, en dehors de ce germe amené de l'extérieur, l'urée ne saurait se transformer en produits ammoniacaux.

Jusqu'alors, il ne m'est pas venu à l'idée de trancher par l'expérience directe cette question délicate. Je suis porté à croire, cependant, que l'urine, au sortir de sa source, est le plus souvent fécondée par elle-même, et qu'il y a chez elle simple transformation génésique d'éléments anatomiques préexistants.

Les discussions qu'on a soulevées tout récemment à la tribune de l'Académie de médecine de Paris semblent donner gain de cause à cette manière de voir, et les cas fréquemment observés d'urine devenue ammoniacale au sein de la vessie elle-même, seraient, sans doute, très-difficiles à interpréter d'une toute autre façon (1).

L'échafaudage établi pour étayer la théorie du passage rétrograde des germes extérieurs du canal de l'urèthre dans le sac vésical, est assurément fort ingénieux. Il n'est, cependant, rien moins que problématique, et les graves conséquences tirées du cathétérisme n'ont pas non plus, fort heureusement pour l'honneur de la médecine chirurgicale, toute la valeur qui leur a été prêtée.

(1) Cons. : *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1^{er} vol., 1874.

Que le canal de l'urètre, comparé aux infiniment petits, soit aussi large que « le tunnel de la Tamise », ce n'est pas là un argument suffisamment sérieux.

Je n'ignore pas, d'autre part, qu'un savant physiologiste (1) a trouvé dernièrement, en inspectant l'oviducte des oiseaux, multitude de sporules qui y étaient réellement apportés du dehors. Mais, encore une fois, entre la fonction et la structure de l'oviducte de la poule, entre l'inertie et la passivité du tunnel de la Tamise et le conduit urétral de l'homme, il y a de notables différences.

Un de mes honorables confrères, le docteur P. Ménière, d'Angers (2), est arrivé à prouver, après multiples expériences, que lorsque l'épiderme était sain, les substances solubles qu'on introduisait dans les bains médicaux ordinaires ne se trouvaient nullement entraînées par absorption au milieu de l'économie. Dans ces circonstances, l'essai chimique des urines s'est toujours montré négatif pour l'iode de potassium dont l'assimilation est pourtant si facile, et si les voies urinaires n'étaient fermées normalement à l'introduction de germes solides, elles devraient l'être encore bien moins à celle de substances à l'état de parfaite dissolution.

Les phénomènes qui se passent au sein de l'organisme vivant, quelque insolites qu'ils puissent paraître quelquefois, n'ont donc pas toujours besoin pour se produire du rôle incitateur des agents panspermiques, et leur cause essentielle doit être interprétée alors par une toute autre méthode.

Si le ferment de l'urée bien constitué, et quelle qu'en soit la source première, est bien une torulacée présentant quelque analogie avec le *Torula cerevisiæ*, il était curieux de savoir si le ferment alcoolique, mis en son lieu et place, pourrait déterminer la même fonction chimique.

L'épreuve, poursuivie dans ce sens, s'est montrée négative. Il

(1) U. Gayon, *Comptes rendus*, t. LXXVII, 1873.

(2) P. Ménière, d'Angers, *De la vitesse relative d'absorption par les différentes membranes de l'économie*, — Thèse de doctorat, Paris, 1873.

y a eu, néanmoins, fermentation avec reproduction levûrienne spéciale, et l'urée mise en expérience a paru se changer en un corps simplement isomérique.

Je cite sommairement l'expérience : 20 décembre 1873. — 100 grammes d'urine humaine additionnée de 2 grammes d'urée cristallisée, retirée de ma propre urine, sont soumis à l'ébullition et filtrés. Nouvelle ébullition dans le ballon à ensemencement et dépôt-contrôle sous lames de verre.

Au bout de vingt-quatre heures, sédiment gris-blanchâtre au fond du matras ; la surface du liquide est intacte ; pas de dégagement gazeux.

Le sixième jour, l'urine se voile de quelques taches mycodermiques ; à la base, sédiment plus développé ; aucun gaz.

Le douzième jour, 2 janvier 1874, pellicule prolifère continue.

Le 19 janvier, pas de changement apparent ; le revêtement mycodermique persiste ; mêmes phénomènes constants jusqu'au 16 février. On débouche alors l'appareil.

Sous les lamelles de verre, du premier au cinquième jour, la segmentation globulaire du nucléus de chaque cellule suit la même marche que chez celles observées pour l'urine à hippurate, et l'on ne sait pas encore si ce phénomène doit être attribué à une simple altération des globules mères ou bien à un véritable travail d'accroissement endogène. Cristaux d'acide urique colorés en jaune ; ces cristaux affectent tous la forme de petits losanges.

Quelques jours plus tard, la paroi externe des cellules s'est hypertrophiée, et bientôt, il a commencé à se former au sein du liquide des expansions de petites cellules ramifiées, à nucléus indistinct. Ces ramifications ont une disposition dichotomique assez régulière et les articles ovoïdes qui les constituent présentent un diamètre moyen de $0^{\text{mm}},002$. Peu à peu, leur accroissement est devenu stationnaire, et le contenu primitivement diaphane des chapelets cellulaires s'est opacifié.

Le 30 décembre, les globules isolés de levûre primitive, restés à l'état granuleux au milieu du liquide, ont eu, chez un grand

nombre, leur enveloppe externe résorbée et les points nucléolaires centraux, épanchés au dehors, sont allés vivre dans le liquide ambiant sous forme de corpuscules libres, bactériiformes, comme annelés, fissipares, et doués d'un tremblement moléculaire très-apparent.

Le 7 janvier, même ensemble métamorphique. Le cycle vital de tous les corpuscules paraît interrompu.

Le liquide resté dans le matras a présenté les caractères suivants : *réaction très-acide* ; odeur mixte d'urine fraîche et de bière ; aspect louche ; couleur ambrée. La membrane mycodermique superficielle est formée de longues chaînes de cellules ovoïdes, quelques-unes très-étirées, mono, bi et trinuéolaires, largeur moyenne de 0^{mm},016, longueur de 0^{mm},062, à bourgeonnement non douteux. Dépôt inférieur constitué : 1° Par une multitude de bâtonnets simples ou brisés, bactériiformes, immobiles ou ondulant sur place ; 2° par des amas cellulaires diffus, que l'acide acétique rend beaucoup plus nets, et ne se montrent autres alors que les mêmes organismes observés à la surface ; leur disposition dichotomique est très-apparente ; 3° par de rares cristaux d'oxalate de chaux.

L'urine filtrée et évaporée au bain-marie jusqu'à siccité étant traitée par l'alcool à 95 degrés, a donné une solution ambrée neutre. Le résidu salin a été jeté par mégarde.

La solution alcoolique étant évaporée convenablement et traitée par un excès d'acide oxalique, on a pu obtenir un sel parfaitement cristallisé, à réaction acide. Ce sel, après dissolution dans l'alcool faible, ayant été soumis à la double décomposition par le carbonate de chaux, on a obtenu après réaction une nouvelle solution neutre. Cette dernière, par l'évaporation spontanée, s'est enfin résolue en lames cristallines superposées, jaunâtres, d'une odeur légèrement balsamique.

Ce nouveau corps est azoté. Il fournit avec l'acide nitrique comme avec l'acide oxalique des combinaisons cristallines différant sensiblement au microscope de la forme des cristaux de nitrate ou d'oxalate d'urée ordinaires.

Ayant eu trop peu de matière à ma disposition, je n'ai pu déterminer rigoureusement à quelle espèce d'urée je pouvais avoir affaire ; je n'ai pas non plus recherché la présence des autres corps qui auraient pu se former en même temps. Cette manipulation intéressante aurait donc besoin d'être refaite sur de plus larges proportions et avec plus de méthode.

Quelle incomplète que soit cette expérience, elle n'en marque pas moins une étape nouvelle dans le champ de la mutabilité. Il semble même qu'elle confirme, *à priori*, le privilège spécial, — mais non exclusif, — qu'auraient les globules des mucus, en général, de transformer les sécrétions qui les ont élaborés en les produits ultimes de la fermentation ammoniacale, non putride, non vibrionienne (1).

C'est là, toutefois, une simple avance que j'abandonne au contrôle de la science expérimentale, et à laquelle je ne voudrais, au fond, attribuer plus de crédit qu'elle n'en saurait avoir.

EXPLICATION DES PLANCHES XIX, XX ET XXI.

PLANCHE XIX.

Fig. 1. — Étuve à air chaud.

Cette étuve, construite avec la plus grande simplicité, se compose d'un coffre en bois, de 0^m60 de longueur sur 0^m35 de large et 0^m40 de hauteur, porté sur quatre pieds de 0^m40 de hauteur. Le dessus et la face de cette étuve sont fermés, l'un et l'autre, par deux vitres glissant très-librement dans une petite rainure, et permettant d'ouvrir, à volonté, l'appareil dans tous les sens, pour les besoins de la manipulation. Le fond, également en bois ou en tôle, est percé dans son axe d'un trou circulaire livrant passage à l'extrémité supérieure d'une lampe à gaz, faisant fonction de simple

(1) L'urine des herbivores, une fois la fermentation benzoïque achevée, devient d'ordinaire, comme celle des carnivores, franchement ammoniacale ; et l'on retrouve, avant comme après, dans le sédiment urinaire, les mêmes formes organisées. Le même être qui a produit la catalyse hippurique peut donc produire, à son tour, la catalyse ammoniacale. M. Van Tieghem a donc pensé juste en disant que le ferment organisé de l'urine des herbivores lui paraissait « identique avec celui qui provoque le dédoublement de l'urée en acide carbonique et ammoniac » [Cons. : Van Tieghem, *Ibid.*, loc. cit.]

veilleuse. Pour répartir le calorique dans toute l'atmosphère de l'étuve, on place généralement, un peu au-dessus de la pointe de la flamme du gaz (on pourrait, si l'on n'avait pas le gaz à sa disposition, employer une simple veilleuse à huile), une toile métallique à mailles serrées, supportée par un triangle à pieds verticaux. En réglant la conduite du gaz, il est facile d'obtenir dans cette étuve une température constante, variant de 45 degrés centig. à 40 degrés centig. Les glaces vacillant très-librement dans leurs rainures et se touchant à peine dans leurs points de rencontre, le courant ascendant d'air froid qui se fait par le bas est exactement compensé par le courant ascendant s'échappant par les interstices des lames de verre. On peut facilement placer dans cette étuve cinq ballons de la capacité de 500 à 1500 cc. A la simplicité et à l'économie de combustible, cette étuve joint l'avantage de permettre d'observer ce qui se passe dans les ballons, lorsqu'on est en pleine obscurité, et c'est là un point pratique ayant certainement sa valeur.

FIG. 2. — Ballon de verre de 500 à 750^{cc} de capacité, rempli aux trois-quarts d'une solution fermentescible (solution sucrée artificielle additionnée de sels ammoniacaux, eau de levûre sucrée, suc de raisins, suc de pommes, etc.) préalablement bouillie à l'air libre et filtrée jusqu'à limpidité parfaite. Le col de ce ballon est fermé par un bouchon de caoutchouc percé de deux trous dans l'un desquels s'engage un tube droit descendant jusqu'au bas du col, et terminé supérieurement par un bon raccord de caoutchouc qu'on peut, à volonté, ouvrir ou fermer hermétiquement avec une pince de Mohr. De l'autre trou du bouchon de caoutchouc part un tube deux fois recourbé en U, et se terminant à la manière des tubes ordinaires à recueillir les gaz. Tel que le représente la figure, le liquide introduit dans le ballon monté est de nouveau soumis à l'ébullition pendant plusieurs minutes au sein du ballon lui-même.

FIG. 3. — Ballon dans lequel le liquide étant encore en pleine ébullition, on coupe tout d'abord le jet de vapeur qui s'échappe du tube droit en fermant l'ajutage de caoutchouc, vers son extrémité supérieure, avec la pince de Mohr.

FIG. 4. — Même ballon refroidi à la température ambiante. L'extrémité du tube sinueux est maintenue sous la cuve à mercure et affleure à la base d'un tube gradué destiné à recueillir et mesurer les gaz.

Pratique de l'ensemencement. — Pour pratiquer un ensemencement quelconque dans un des ballons, on commence d'abord par pincer de la main gauche, entre le pouce et l'index, le raccord de caoutchouc au-dessous de son étranglement; puis un aide ayant coupé avec des ciseaux la partie supérieure étranglée, on introduit immédiatement de la main droite (en pinçant toujours de la gauche) l'extrémité effilée d'une pipette compte-gouttes dans le raccord de caoutchouc attenant au ballon. Petit à petit, la pipette est engagée à frottement dans ce raccord; à ce moment, on com-

prime la coiffe élastique supérieure du compte-gouttes, et le liquide porteur des séminules qu'on y a introduit auparavant se trouve comme injecté dans le ballon. Pendant que le compte-gouttes est encore en place, on remet la pince de Mohr; on étrangle de nouveau le raccord de caoutchouc vers sa base; finalement, enfin, on retire le compte-gouttes qui, à ce moment, n'a plus de communication avec le tube ensemeur. — On a eu soin de faire préalablement l'inspection minutieuse du liquide séminulifère destiné à introduire dans la pipette compte-gouttes, et lorsque celle-ci est disposée, tout le reste de la manipulation n'exige que quelques secondes. Malgré les précautions employées ici, certains auteurs pourraient voir dans cette épreuve simple plusieurs causes d'erreurs; j'obtiens à volonté des expériences négatives ou affirmatives et je dois ajouter, en toute sincérité, que les causes d'erreurs invoquées dans des manipulations du genre de celles-ci n'existent pas.

FIG. 5. — *Lame de verre porte-objet* au milieu de laquelle se trouve la gouttelette liquide dans laquelle on se propose de suivre la morphogénie cellulaire. Cette lame de verre est plane et nullement creusée; le liquide est seulement recouvert d'une lamelle fort mince dont on a scellé les bords ainsi que le pourtour supérieur avec le bitume. Sur un des côtés de la lame se trouve collée une étiquette gommée où l'on a soin de noter la date de l'épreuve et le nom de l'objet contrôlé.

FIG. 6. — *Tube porte-lamelle*. — Pour bien étaler la gouttelette liquide ici, comme pour faire mes conservations microscopiques, j'ai imaginé depuis longtemps ce tube plein, fait à l'aide d'un agitateur en verre, et dont la figure démontre toute la simplicité. En mouillant avec un peu de salive l'extrémité aplatie de ce tube, je prends par capillarité ma lamelle de verre par le centre et je la dépose soigneusement et lentement sur la gouttelette à recouvrir. De cette façon, sans appuyer aucunement, le liquide sous-jacent s'étale régulièrement du centre à la circonférence et il est très-rare qu'ainsi j'emprisonne des bulles d'air.

FIG. 7. — Manière de faire usage du tube porte-lamelle.

PLANCHE XX.

FIG. 4. — Cellules de *Palmella* au moment où celles-ci ont été introduites sous lamelle de verre, dans une goutte d'eau de levûre, le tout emprisonné par du vernis au bitume de Judée. — Voyez ma thèse inaugurale, page 32, ou le *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 55^e année, 4^{me} série, tome X, 4869 (1).

(1) Le *P. cruenta*, comme l'indique son nom, doit être couleur de sang; j'ai expérimenté sur la variété verte, et il faudrait à la rigueur remplacer l'expression *P. cruenta*, imprimée dans ma thèse, par celle de *P. viridis*.

- FIG. 2. — Cellules de *Palmella* observées vingt-quatre heures après. On n'y remarque encore aucun changement appréciable de structure interne; il s'est seulement formé autour de chaque cellule une auréole nébuleuse qui n'est qu'une sorte d'expansion exosmotique de leur contenu; la matière verte a passé au jaune sale.
- FIG. 3. — (3^{me} jour.) Le contenu des cellules est jaune plus pâle; les cloisons internes se sont effacées et du sein du protoplasma transformé en une masse semi-homogène semble naître multitude de sphéroïdes diffus.
- FIG. 4. — (4^{me} jour.) Trois cellules de *Palmella* à parois plus minces remplies de sphérules bien organisées.
- FIG. 5. — (6^{me} jour.) Trois cellules-mères crevées qui laissent s'épancher leur contenu. On voit déjà plusieurs sous-cellules incolores bourgeonner librement au milieu du liquide.
- FIG. 6. — Nature du dépôt-ferment développé dans le ballon-contrôle où ont été semées quelques parcelles de *Palmella*. Il y a là du ferment alcoolique, et très-probablement du ferment lactique, mais je n'ai recherché que la production d'alcool dans mes travaux antérieurs. — Voyez ma thèse, page 33, et le *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1869.
- FIG. 7. — A. Cellules de *Protococcus viridis* (*major*). B. Modification morphogénique opérée sous lamelle de verre chez ces mêmes utricules au bout de huit jours. — Décoction d'asperges sucrée.
- FIG. 8. — Cellules normales de *Protococcus pluvialis* ou *hematococcus*. Elles ont été recueillies sur les dalles de plomb du bassin des Cent-Tuyaux au parc de Versailles.
- FIG. 9. — Cellules d'*Hematococcus* modifiées sous lamelle de verre, dans eau de levûre sucrée, seulement après deux mois d'exposition sous celle-ci.

PLANCHE XXI.

- FIG. 10. — Nature du triple dépôt-ferment développé dans le ballon à suc de raisins où l'on a semé quelques parcelles d'*Hematococcus* ci-dessus. — Voyez mon *Mémoire sur la mutabilité*, dans ce même Recueil, juillet 1873.
- FIG. 11. — Spores de mucédinées, petites et grosses. Les premières, en général, ne paraissent pas se modifier sous lamelle de verre quoiqu'elles engendrent la fermentation dans les ballons où on les a submergées. Les secondes offrent, le plus souvent, la modification représentée dans la figure 6.
- FIG. 12. — A gauche de la figure, utricules-spores isolées autour desquelles il s'est formé par exosmose une couronne d'un liquide dense et diffus qui ne paraît être que l'épanchement externe du protoplasma de l'intérieur de la spore elle-même. En même temps, il s'est organisé au lieu et place du protoplasma lui-même de fines granulations moléculaires qui deviendront

plus tard un nucléus central. A droite, mêmes spores constituées en amas bourgeonnants. Ces phénomènes sont quelquefois fort longs à observer et toutes les espèces sont loin de s'y prêter.

La figure représente une des phases du métamorphisme des spores d'un *Penicillium* développé sur du marc de café.

FIG. 43. — Levûre alcoolique pure.

FIG. 44. — Cellules mycodermiques superficielles observées dans le ballon lacto-glycose, dont il est parlé, page 497, et sédiment de levûre lactique recueillie sur le dépôt de lacto-carbonate de chaux du fond du ballon. — Voyez le texte, même page.

FIG. 45. — Ferment benzoïque développé sous lamelle de verre ensemencée avec la levûre alcoolique. — Voyez le texte, page 500.

FIG. 46. — Cellules mycodermiques et sédiment de levûre benzoïque, formés dans le ballon à urine humaine additionnée de bihippurate d'ammoniaque. — Voyez le texte, page 502.

FIG. 47. — Levûre uréique indéterminée, développée sous lamelle de verre ensemencée avec la levûre alcoolique. — Voyez le texte, page 505.

FIG. 48. — Cellules mycodermiques et sédiment de levûre uréique indéterminée, formés dans le ballon à urine humaine surchargée d'urée. — Voyez le texte, page 507.

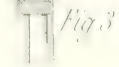
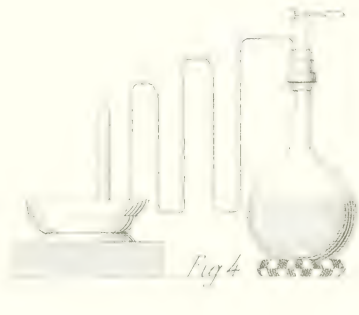
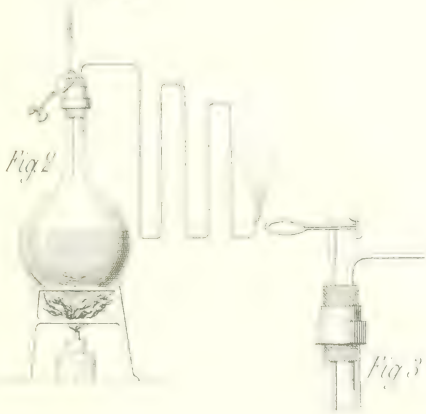
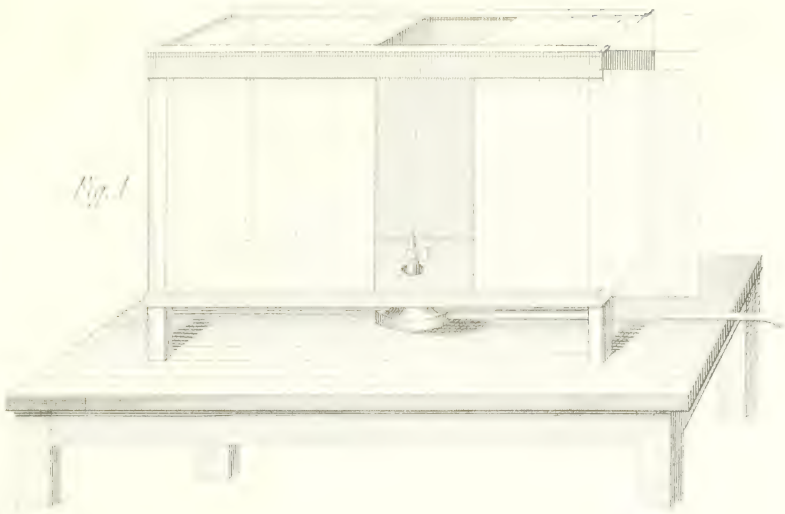


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 5.



Fig. 4.



Fig. 3.



Fig. 7^A.

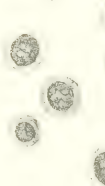


Fig. 7^B.

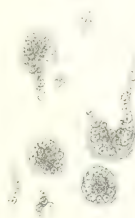


Fig. 6.

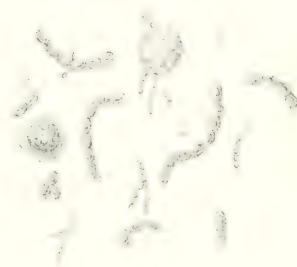


Fig. 9.

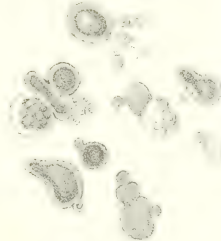
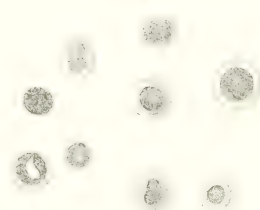


Fig. 8.



C. Branchu del.

Ino Boquet.

Dejrolle lith.

Mutabilité des germes microscopiques.

Germer Baillière Libraire à Paris.

Fig. 11.

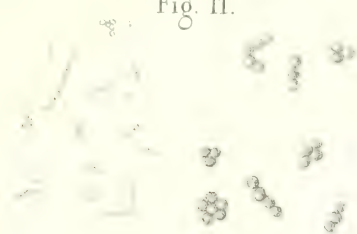


Fig. 10.

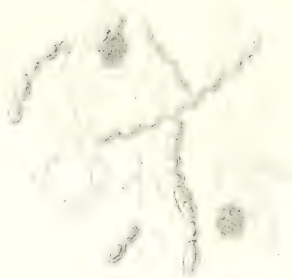


Fig. 12.

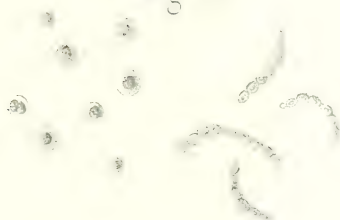


Fig. 15.

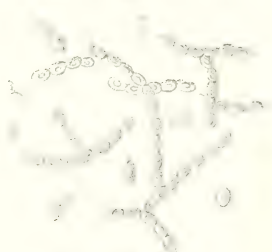


Fig. 14.

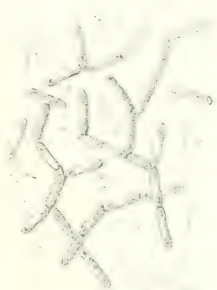


Fig. 16.

Fig. 13.

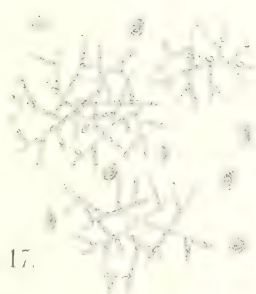


Fig. 17.

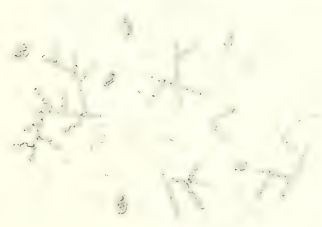
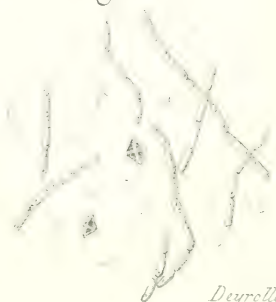


Fig. 18.



C. Brancha del.

imp. Bisquet.

Dezobelle lith.

Mutabilité des germes microscopiques.