**SUR QUELQUES DONNÉES HISTOCHIMIQUES
ET PHYSIOLOGIQUES
CONCERNANT DES CHAMPIGNONS LEVURIFORMES**

Par M.-F. CHAMPEAU et Ph.-J. LUTERAAN

Dans le présent mémoire, nous nous proposons d'exposer les résultats de nos recherches d'ordre histochimique et d'ordre physiologiques qui se rapportent aux quatre champignons levuriformes suivants :

Saccharomyces cerevisiae, levure ascosporée.

Souche 1103 de Champeau, champignon levuriforme anascosporé.

Torulopsis pulcherrima, à pigment jusqu'alors indéterminé.

Rhodotorula rubra, à pigments caroténoïdes déterminés (Lederer, in Lutz, 1942, p. 114).

Nous exposerons successivement :

1° le résultat de nos recherches sur la nature du pigment du *Torulopsis pulcherrima* ;

2° des données histochimiques ayant trait à l'existence et à la localisation des peroxydases, des graisses et du phosphore dans chacun de ces quatre champignons ;

3° la confrontation des données précédentes, et notamment des données histochimiques, avec des données morphologiques, physiologiques et biochimiques telles qu'elles ressortent d'observations diverses ou de l'expérimentation ;

4° nos conclusions.

I. NATURE DU PIGMENT DU *Torulopsis pulcherrima*

Les seuls renseignements que nous ayons pu tirer de la littérature scientifique sont les suivants : Diddens et Lodder : pigment non caroténoïde (1942, p. 167), et, avec plus de précision, Langeron et Guerra (1941, p. 101-104), Langeron (1945, p. 7, note) :

« Cette espèce produit généralement un pigment rouge foncé qui peut, soit diffuser dans la masse de la gélose en la colorant sur une étendue plus ou moins grande, soit imprégner les éléments levuriformes eux-mêmes. La genèse de cette coloration a été élucidée par

M. W. Beijerinck (1918) ; la levure produit un chromogène incolore qui, en présence de traces d'un sel de fer soluble et d'oxygène, donne par oxydation ce pigment très coloré. L'expérience est facile à réaliser en ajoutant, à la gélose, un centigramme pour cent de citrate de fer ammoniacal ou d'un autre sel ferreux ou ferrique soluble. Mais la coloration apparaît en général spontanément à cause des traces de fer que renferme le glycose brut. »

Ce pigment apparaît vers le vingtième jour sur gélose Sabouraud et à la température du laboratoire. On l'observe d'abord à l'envers de la colonie, par transparence, au travers de la gélose. Sa répartition n'est pas uniforme et s'opère souvent par secteurs (Langeron et Guerra, 1941, pl. IV, fig. 14, et pl. V, fig. 8, 10, 12). Sa constitution est progressive, mais rapidement on observe sa diffusion dans la gélose, comme s'il s'agissait d'une substance d'excrétion. Ce pigment apparaît très rapidement en liquide de Raulin, il n'apparaît pas sur milieu de Czapek, qui contient pourtant du fer.

Nous pensons qu'il s'agit d'un pigment appartenant au groupe des mélanines en nous basant sur les trois ordres de caractères suivants qui sont concordants :

1° Réaction argentaffine, de Masson (Lison, 1936, p. 148, et Langeron, 1942, p. 1156), qui révèle un trait noir péri- et extra-capsulaire, parfois simple liséré, parfois aussi s'étendant entre les éléments. Cette réaction apparaît rapidement et constitue, selon divers auteurs, dans ces conditions, une réaction caractéristique des mélanines.

2° Réaction d'Alfieri (Lison, 1936, p. 248), choisie parmi de nombreuses autres réactions d'oxydation, qui est positive au bout de 24 heures avec décoloration complète des petites colonies, presque complète, et alors surtout centrale, des grandes.

3° Divers caractères chimiques habituels aux mélanines : pigment *thermostable* ; *insoluble* dans l'eau, la benzine, le sulfure de carbone, dans les alcools méthylique, éthylique, butylique, dans l'éther ordinaire, l'acétate d'amyle, l'éther de pétrole, dans les acides sulfurique, chlorhydrique et acétique concentrés, dans l'ammoniaque ; *soluble* dans la potasse, avec production d'une coloration verte et décomposition irréversible. Cette coloration verte peut être comparée aux modifications de coloration de divers phénols sous l'influence de la potasse ; réaction de Guareschi (Wattiez et Sternon, 1942, p. 114).

Selon Verne (1930, p. 154), la certitude d'un processus mélanogénétique ne peut être obtenue que sur la vérification des quatre tests suivants, dont les résultats doivent concorder :

- 1° montrer l'existence d'un ferment oxydant ;
- 2° isoler le chromogène ;

3° reproduire la mélanogénèse, *in vitro* et *in vivo*, à partir des ferment et chromogène isolés ;

4° vérifier l'identité du produit ainsi obtenu avec la mélanine naturelle. Il admet cependant que, dans certains cas, il pourrait ne pas y avoir de ferment oxydant connu.

Dans le cas présent, nous avons la certitude de l'existence d'un chromogène, existence établie par Beijerinck ; il suffirait d'ajouter une trace de citrate de fer ammoniacal à ce chromogène pour voir se développer une coloration brun-rouge identique à celle du pigment et comparable (Langeron) à celle que l'on obtient en ajoutant une trace de perchlorure de fer à une solution de sulfocyanate d'ammonium (Mathieu, 1942, p. 137).

La réalité d'un ferment oxydant spécifique est plus difficile à établir. Il ne semble pas s'agir d'une tyrosinase (1).

Faute de réactifs, la dopa-réaction n'a pu être pratiquée. On ne constate que la présence, d'ailleurs fort discrète, de peroxydases. Le fer, sous forme de sels divers, est-il lui-même directement agissant ? Non, car le pigment ne se développe pas dans tous les milieux de culture, même si ceux-ci contiennent du fer. En tous cas, la présence de fer est indispensable (2).

Enfin, procédant par élimination, nous constatons : 1° qu'il ne s'agit pas d'un chromolipoïde, car ceux-ci ne provoquent pas la réaction argentaffine de Masson ; notons aussi que les autres champignons, objets de la présente étude, ne présentent pas, non plus cette réaction ; 2° qu'il ne s'agit pas non plus d'un pigment cyanogénétique, comparable chimiquement à un dérivé sulfocyanique, car même après traitement prolongé à l'alcool à froid et à chaud en vue de rompre une cénapse hypothétique, et en ajoutant ensuite de l'éther, il n'y a jamais eu de passage de la coloration dans l'éther (François, 1942, p. 331) (3).

En définitive, il semble s'agir d'un pigment appartenant, malgré sa coloration rouge, au groupe des mélanines, mais se différenciant des mélanines habituelles par des caractères un peu particuliers : diffusibilité dans la gélose ; nécessité du fer pour sa production, alors que cette nécessité est loin d'être démontrée pour l'ensemble

(1) La tyrosine ajoutée au milieu de culture ne semble provoquer aucune réaction particulière ; mais, pour avoir une certitude absolue, il faudrait faire réagir le suc de champignon après extraction sur la tyrosine et diverses autres substances utilisées habituellement à cet effet.

(2) Nous avons en effet recherché si le fer n'agissait pas par une impureté, notamment le manganèse, qui accompagne les sels de fer en général ; en présence de manganèse et en l'absence de fer, il n'y a pas production de pigment ; de même, si on remplace le fer par un sel d'un métal voisin tel que le cobalt ; dès lors, le rôle du fer apparaît comme spécifique.

(3) Une réaction analogue existe pour l'acide méconique, qui présente un cycle γ -pyronique (Grignard, 1942).

des pigments mélaniques. Quant à sa constitution chimique exacte, nous en sommes réduits actuellement à des hypothèses.

II. LES PEROXYDASES

La mise en évidence des peroxydases a été faite par la réaction à la benzidine (Lison, 1936, p. 266, et Langeron, 1942, p. 1118).

Souche 1103. — Distribution périphérique et sous-capsulaire, donc cytoplasmique, des peroxydases, sous forme de grains bleus très apparents, à structure assez grossière. Certaines cellules en sont dépourvues. L'abondance des peroxydases ne semble pas liée à la température à laquelle a été soumise la culture. Elles apparaissent du 15^e au 20^e jour, disparaissent assez brusquement au bout d'un mois environ et peuvent réapparaître de même façon.

Saccharomyces cerevisiæ. — Mêmes caractères généraux ; localisation plutôt aux extrémités cytoplasmiques, mais toujours périphérique.

Elles sont moins abondantes que dans la souche 1103 ; un grand nombre de cellules en est dépourvu.

Torulopsis pulcherrima. — Apparition tardive vers le 25^e jour.

Au lieu de granulations bleues très apparentes, on ne trouve que quelques grains brunâtres, mais toujours à même topographie.

Rhodotorula rubra. — Apparition également tardive et réaction encore plus douteuse que précédemment.

III. LES GRAISSES

Nous employons ici une technique générale commune pour la recherche des graisses et du phosphore.

1. — Partir d'une culture en liquide de Raulin (Langeron, 1942, p. 461).

2. — Centrifuger, laver à l'eau distillée, centrifuger à nouveau.

3. — Remplacer le liquide de lavage par un fixateur ; ce temps de fixation est facultatif ; le fixateur peut être un liquide servant à la coloration, par exemple l'alcool solvant du soudan fixe les levures au cours de la recherche des graisses ; de façon générale, on utilise comme fixateur le formol à 10 0/0.

4. — Centrifuger, laver trois fois à l'eau distillée.

5. — Remplacer le liquide de lavage par le colorant ; si on pratique le mordantage, ne pas rincer entre le temps de mordantage et le temps de coloration.

6. — Centrifuger, rincer finalement trois fois à l'eau distillée.

7. — Prélever du culot. Monter au sirop d'Apathy. Luter. Examiner.

Il est essentiel, avant chaque centrifugation, d'émulsionner soigneusement le culot avec une baguette de verre ; on obtient ainsi une pénétration plus égale du colorant, du différentiateur et des produits de lavage.

Cette technique, qui nous est personnelle, présente, sur les techniques courantes, l'inconvénient d'être beaucoup plus longue, mais aussi des avantages qui sont essentiellement de conserver une structure qui est comparable à celle observée à l'état frais, et d'obtenir une pénétration plus régulière des colorants.

La coloration des graisses par le rouge soudan B (Lison, 1936, p. 195, et Langeron, 1942, p. 1159), nous a donné les résultats suivants :

Souche 1103. — *Culture âgée d'un mois* : disposition généralement centrale, sous forme d'une masse sphéroïdale unique ou multiple, et alors deux enclaves au lieu d'une seule ; disposition parfois apicale.

2° Culture jeune : répartition beaucoup plus diffuse des graisses colorées qui sont de teinte moins foncée.

3° Le noir soudan B (Lison, 1936, p. 195, et Langeron, 1942, p. 1159) fournit les mêmes réactions générales de coloration avec cependant les différences suivantes : il permet de distinguer nettement trois zones cellulaires : capsulaire, sous-capsulaire, centrale, et des stries concentriques ; il révèle, dans les éléments filamenteux, une série d'enclaves disposées en enfilade.

Saccharomyces cerevisiæ. — Pas de localisation déterminée des graisses colorables par le rouge soudan B ; on n'observe que des grains très faiblement colorés dispersés dans la masse protoplasmique.

Avec le noir soudan B, ces grains apparaissent tantôt péricapsulaires, tantôt intracapsulaires.

Torulopsis pulcherrima. — Les graisses sont à l'état diffus et la coloration par le rouge soudan B le plus souvent déficiente (1).

Rhodotorula rubra. — Les graisses colorées par le rouge soudan B sont le plus souvent concentrées en sphérules bien limitées, mais elles peuvent aussi être dispersées dans la masse protoplasmique ; enfin, on observe souvent des grains rouges péricapsulaires cernant la capsule d'un véritable ponctué ; il s'agit probablement de graisses servant de support aux pigments carotinoïdes.

(1) Ce résultat peut paraître surprenant pour la « levure à graisse » de Beijerinck, dont les grosses chlamydospores (cellules *pulcherrima*) renferment un globule lipidique facilement colorable par le soudan III dissous dans le lactophénol et associé ou non au bleu coton dans ce solvant (Langeron et Guerra, 1941). Cette contradiction apparente est vraisemblablement due à ce que, dans le liquide de Raulin, il ne s'est pas formé de chlamydospores.

Avec le noir soudan B, il apparaît des granulations centrales plus nombreuses.

Pour conclure ce chapitre des graisses, nous ferons les remarques suivantes :

1° Il est possible que le noir soudan B colore des éléments protoplasmiques autres que des lipides.

2° De grands progrès seront réalisés lorsqu'on disposera de colorants spécifiques de la saturation ou de la désaturation à des degrés divers des lipides.

IV. LE PHOSPHORE

Nous employons la technique de Cretin (Cretin, 1925, p. 115-118), à savoir l'hématoxyline alunée acétique après mordantage à l'acétate d'urane.

Résultat : laque violette d'hématoxyline due au phosphate d'urane, sans pouvoir déterminer l'origine du phosphore.

Souche 1103. — Réaction nette : grains fins à localisation directement sous-capsulaire, mais ne recouvrant pas exactement la localisation des grains de peroxydase.

Saccharomyces cerevisiæ. — Réaction beaucoup plus faible ; il y a une teinte bleuâtre diffuse avec un mince liseré violet sous-capsulaire ; dans certaines cellules, la capsule a elle-même une teinte bleuâtre.

Torulopsis pulcherrima. — Mêmes observations que pour le *Saccharomyces cerevisiæ*.

Rhodotorula rubra. — Le phosphore est particulièrement abondant avec renforcement sous-capsulaire. Il y a des grains dispersés dans le protoplasme. Parfois, les mêmes vacuoles colorées par le rouge soudan B sont colorées par la technique de coloration du phosphore.

V. VALEUR DES MÉTHODES HISTOCHIMIQUES EMPLOYÉES

Chemin faisant, nous avons vu quelle valeur parfois relative il fallait accorder aux résultats obtenus avec certains réactifs. Les méthodes histochimiques nécessitent une grande expérience et la répétition des examens pour avoir quelque certitude dans les résultats.

Aucune autre méthode ne permet de déterminer la localisation et la répartition des éléments constitutants de la cellule ou des produits de son métabolisme. L'histochimie est la première étape et une étape nécessaire pour l'étude de la physiologie cellulaire. En effet, les localisations ne sont pas fortuites, elles répondent à des nécessités qu'il faut s'efforcer d'expliquer, car elles correspondent à une polarité

fonctionnelle certaine et à des conditions bien réglées pour le fonctionnement cellulaire ; nous n'en voulons pour exemple que la localisation des pigments toujours extra-capsulaires.

Mais si cette méthode apporte dans ce domaine des résultats indiscutables, il n'en reste pas moins qu'elle ne permet pas, dans l'état actuel de cette science, d'apporter une interprétation définitive à elle seule sur l'origine et le devenir de la substance décelée, donc sur son rôle physiologique.

VI. VALEUR DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES SEULES MÉTHODES HISTOCHIMIQUES

Ils établissent un fait essentiel, c'est qu'il y a des gradients de l'activité cytoplasmique, comme le prouve la localisation sous-capsulaire des peroxydases, sous-capsulaire prédominante du phosphore, centrale parfois de lipides. La zone sous-capsulaire correspond certainement à une zone où les échanges sont maxima, probablement sous forme de composés phosphorylés et où le catabolisme respiratoire est puissamment aidé dans ce rôle par les pigments extra-capsulaires possibles. Nous pensons d'ailleurs, simple hypothèse, que le gradient d'activité cytoplasmique n'est pas sans rapport avec un potentiel de demi-réduction imposé par les nécessités du métabolisme et dont la valeur la plus élevée serait la plus périphérique.

Un problème particulièrement obscur est celui des graisses intracellulaires ; on est mal renseigné sur la nature et la structure des enclaves lipidiques ; elles varient suivant les champignons étudiés ; les graisses sont-elles à l'état saturé, à l'état désaturé et à quel degré ? Sont-elles des graisses de constitution jouant pour le coefficient lipocyte ou ont-elles une autre signification métabolique ? Il faudrait mieux connaître leur origine et leur avenir immédiat. Les techniques histochimiques sont encore insuffisantes dans ce domaine.

Toutefois, la présence de graisses péri-capsulaires servant de support aux caroténoïdes chez le *Rhodotorula rubra*, nous suggère l'hypothèse que, chez ce champignon où les graisses et le phosphore sont très abondants, les caroténoïdes proviendraient d'un processus de désaturation des graisses, progressif ou par étapes, processus où la phosphorylation jouerait un rôle important. Les caroténoïdes, produits trop toxiques pour le cytoplasme, du fait de leur désaturation intensive, ne peuvent trouver place qu'en dehors de celui-ci ; d'autre part, ce sont des substances auto-oxydables servant d'accepteurs d'oxygène ; leur oxydation progressive se manifeste sur de vieilles cultures, surtout pour certains *Rhodotorula*, par la décoloration à la fin presque complète des colonies.

Enfin, si, jusqu'ici, nous avons surtout eu en vue les localisations

et les répartitions des diverses substances, il va de soi que les quantités décelées, soit de peroxydases, soit de graisses, soit de phosphore (qui varient de façon importante d'un genre à un autre de champignons) ne sont pas l'effet d'un hasard, mais doivent répondre à quelque nécessité. L'hypothèse que nous avons formulée à propos du *Rhodotorula rubra* nous a déjà engagés dans cette voie.

VII. CONFRONTATION DES DONNÉES HISTOCHIMIQUES AVEC D'AUTRES DONNÉES MORPHOLOGIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES

Seule la confrontation de résultats obtenus par l'application de différentes disciplines permet d'établir un rôle physiologique précis ou d'étayer de nouvelles hypothèses, alors que par une de ces méthodes, histochimique, morphologique, physiologique ou biochimique, on n'obtiendrait qu'un fait ou une série de faits dénués de toute signification apparente.

Il en est ainsi pour ce qui concerne le rôle respiratoire des pigments de certains des champignons étudiés : mélanines et caroténoïdes. Alors que la souche 1.103, dépourvue de pigment, est très zymatique pour le glycose, le *Saccharomyces cerevisiae* pour le glycose et divers sucres, le *Torulopsis pulcherrima* a un pouvoir zymatique très douteux et le *Rhodotorula rubra* est azymatique, comme tous les *Rhodotorula* (Lodder, 1934).

Nous constatons, d'autre part, que les peroxydases relativement abondantes dans les deux premiers champignons manquent ou sont très discrètes chez *Torulopsis pulcherrima* et plus encore chez *Rhodotorula rubra*. Ce n'est pas là l'effet d'un hasard ; nous avons recherché systématiquement un système enzymatique respiratoire particulier aux champignons à pigments caroténoïdes, et nous avons choisi le *Rhodotorula rubra* parce que chez ce dernier, ces pigments sont connus.

D'autre part, Langeron, puis nous-mêmes, avons établi que différents champignons à pigment mélanique noir verdâtre, tels que *Pullularia pullulans*, différents *Hormodendron* ou *Alternaria*, sont azymatiques. Enfin, le corps rouge de la mélanisation a un potentiel de demi-réduction assez élevé (Friedheim in Wurmser, 1939, p. 77). L'ensemble de ces données physiologiques et biochimiques nous entraîne à considérer que caroténoïdes et mélanines sont des substances prooxygènes dont le mécanisme d'action résiderait selon nous dans une élévation probablement progressive du potentiel de demi-réduction global de la cellule, élévation qui s'oppose à une anaérobiose éventuelle. A contrario, nous considérons qu'une substance antioxygène exerce cette action spéciale en abaissant la valeur du

potentiel de demi-réduction du système considéré ; ceci concorde parfaitement avec la loi qu'ont énoncée Moureu et Dufrasse : « Toute autooxydation doit pouvoir être entravée par un antioxygène approprié », et, nous ajouterons volontiers qui peut être spécifique.

Pour affirmer le rôle prooxygène des caroténoïdes, une expérience bien simple serait l'introduction, dans une culture de *Rhodotorula rubra*, d'une substance antioxygène à l'égard des caroténoïdes ; une telle substance devrait entraîner la mort cellulaire si les caroténoïdes, non seulement sont autooxydables, mais favorisent, comme nous le pensons, la fixation de l'oxygène sur d'autres catalyseurs cellulaires.

Si l'ensemble des faits précédents n'est pas entièrement démontré pour les caroténoïdes, pour lesquels, notamment, on ne possède aucune mesure du potentiel d'oxydo-réduction (mesure qui ne pourrait être qu'indirecte, car ce ne sont pas des corps électroactifs), il n'en est pas de même pour les mélanines, où la mesure du potentiel de demi-réduction du corps rouge de mélanisation constitue une indication primordiale, mais surtout pour lesquelles des constatations beaucoup plus simples, tirées de l'observation courante, montrent directement leur rôle physiologique.

Ceci nous amène à envisager les relations qui existent entre excrétion et respiration chez les champignons mélaniques. Le pigment du *Torulopsis pulcherrima* a initialement un siège péri- et extracapsulaire, mais diffuse presque dès son apparition dans le milieu gélosé. Ces faits sont à rapprocher des observations faites par Langeron sur le *Pullularia pullulans*, notamment, en culture sur lame : les filaments jeunes ne présentent pas de pigment mélanique, ni les blastospores ; la mélanine apparaît plus tard, elle augmente avec l'âge cellulaire et, là où elle est au maximum, les cellules sont mortes. Il est tout naturel d'envisager que la mélanine, s'oxydant progressivement, sert à la respiration cellulaire comme prooxygène et, parvenue à son potentiel d'oxydo-réduction le plus élevé, irréversiblement, elle ne figure plus dans les parois cellulaires que comme une substance d'excrétion. Ceci peut être rapproché, dans une certaine mesure, tant pour le *Torulopsis pulcherrima* que pour le *Pullularia pullulans*, de la sécrétion de pyocyanine par le *Pseudomonas aeruginosa*, sécrétion qui ne se produit pas en anaérobiose (il en est de même pour le *Torulopsis pulcherrima* qui ne forme pas de pigment en anaérobiose) et qui aboutit à la diffusion progressive du pigment dans le milieu extérieur. Enfin, l'observation courante montre que les champignons mélaniques se développent facilement sur les milieux les plus dépourvus en apparence de substances

nutritives, prenant ainsi presque l'allure d'organismes autotrophes. Selon nous, cette puissance d'assimilation relève du pouvoir pro-oxygène élevé des mélanines et de la rapidité d'usure de ces catalyseurs.

Bien d'autres faits importants resteraient encore à expliquer : le fait notamment que les *Rhodotorula* et certaines Dématées ne présentent pas de forme parfaite connue, fait que pourront peut-être expliquer un jour d'autres données histochimiques, morphologiques, physiologiques et biochimiques.

VIII. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1° Le pigment du *Torulopsis pulcherrima* semble appartenir au groupe des mélanines, dont il présente certains caractères chimiques et histochimiques ; mais ce serait une mélanine à caractères un peu particuliers : mélanine diffusible dans la gélose et pour la production de laquelle le fer serait indispensable ; l'action spécifique du fer semble indiquer que l'oxydation du chromogène a lieu pour un potentiel d'oxydo-réduction assez élevé.

2° La répartition des peroxydases, des graisses, du phosphore : périphérique des peroxydases, surtout périphérique du phosphore, souvent centrale des graisses, indique que la cellule des champignons levuriformes a une polarité fonctionnelle nette. Le gradient d'activité métabolique du cytoplasme ne doit pas être sans rapport avec un certain gradient du potentiel de demi-réduction qui doit être maximum à la périphérie.

3° Pour cette même raison précédemment exposée, les pigments sont extracapsulaires ; les caroténoïdes, corps très désaturés et qui proviendraient peut-être, du moins en partie, de la désaturation des lipides, seraient trop toxiques pour le cytoplasme.

4° Les pigments mélaniques ordinaires, celui du *Torulopsis pulcherrima*, ceux caroténoïdes du *Rhodotorula rubra* sont des substances prooxygènes dont l'action se manifeste par une élévation globale du potentiel de demi-réduction du système desmolytique cellulaire, s'opposant ainsi à une anaérobiose éventuelle.

5° Il y a des relations étroites entre l'excrétion et la respiration cellulaire, l'excrétion présentant cette forme bien particulière qui est celle de l'élimination d'un catalyseur usé ; cette dernière notion semble très générale et s'appliquer à tous les organismes vivants ; c'est ainsi qu'une mélanine, parvenue irréversiblement à son potentiel d'oxydo-réduction le plus élevé et devenue inutilisable, constitue une substance d'excrétion.

6° L'apparence d'autotrophie due à ce que ces champignons, champignons à pigment mélanique en particulier, se développent souvent sur des milieux en apparence dépourvus de substances nutritives, semble bien due à leur pouvoir prooxygène élevé et à la rapidité d'usure des catalyseurs liée à l'intensité de la desmolyse.

7° L'ensemble des données histochimiques, morphologiques, physiologiques, biochimiques, précédentes ne permettent pas à elles seules d'expliquer pourquoi les *Rhodotorula* et nombre de champignons à état levuriforme, tels que certaines *Dématières*, ne présentent pas de forme parfaite connue.

BIBLIOGRAPHIE

- BEIJERINCK. — Les levures chromogènes. Nouvelles réactions biologiques du fer. *Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux*, II, 1918, p. 609 à 615.
- CRÉTIN. — *Recherches sur l'ossification et la réparation des os longs fracturés*, Imprimerie commerciale du Mans, 1925.
- DIDDENS et LODDER. — *Die araskosporegenen Hefen*, Amsterdam, 1942.
- DUPRAISSE. — Catalyse d'autoxydation. Antioxygènes et prooxygènes, in *Traité de chimie organique* publié sous la direction de V. Grignard, II, fasc. 2, Paris, Masson et Cie.
- FRANÇOIS. — *Manuel de chimie analytique appliquée*, 4^e éd., Le François, Paris, 1942.
- GRIGNARD. — *Précis de chimie organique*, 2^e éd., 1942, Paris, Masson et Cie.
- LANGERON. — *Précis de microscopie*, 6^e éd., Paris, Masson et Cie, 1942.
- *Précis de mycologie*, Paris, Masson et Cie, 1945.
- LANGERON et GUERRA. — Secteurs clairs et sombres des colonies de levures. *Annales de parasitologie*, XVIII, 1941, p. 95-111, pl. V-IX ; cf. p. 101-104.
- LISON. — *Histochimie animale*, 1936, Paris, Gauthier-Villars.
- LUTZ. — *Traité de cryptogamie*, Masson et Cie, Paris, 1942.
- MATHIEU. — *Manuel d'analyse chimique qualitative*, 2^e éd., Paris, Masson et Cie.
- SANNIÉ. — Les mélanines. *Exposés annuels de biochimie médicale*, 5^e série, 1945, Paris, Masson et Cie.
- THOMAS. — *Manuel de biochimie*, 2^e éd., Paris, Masson et Cie, 1946.
- VERNE. — *Couleurs et pigments des êtres vivants*. Collection Armand-Colin, n° 123, Paris, 1930.
- WATTIEZ et STERNON. — *Eléments de chimie végétale*, 2^e éd., Paris, Masson et Cie, 1942.
- WURMSER. — Les potentiels d'oxydo-réduction des systèmes biologiques. *Exposés annuels de biochimie médicale*, 1^{re} série, Paris, Masson et Cie, 1939.

Institut de Parasitologie de la Faculté de Médecine de Paris
(Directeur : Prof. E. Brumpl)
Section de mycologie (Chef de service : Dr M. Langeron).