

REVUE
DE
MYCOLOGIE

Paraissant 5 fois par an

publiée et dirigée par

ROGER HEIM

Membre de l'Institut (Académie des Sciences)



Champignons cantharelloïdes et clavarioides



LABORATOIRE
DE CRYPTOLOGIE
DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE DE BUFFON, PARIS (V^e)

Directeur : Roger HEIM

Comité de Rédaction : R. HEIM, Jacqueline NICOT,
Jacqueline PERREAU, Patrick JOLY.

Secrétaire de la Rédaction : Jeanne PELLIER.

Secrétaire administrative : Colette WITKIEWICZ.

SOMMAIRE

TRAVAUX ORIGINAUX

- J.-L. FIASSON, R. H. PETERSEN, M.-P. BOUCHEZ et N. ARPIN. — Contribution biochimique à la connaissance taxinomique de certains Champignons cantharelloïdes et clavarioides (avec 1 tabl.)..... 357
- Bernard TRIQUE. — Croissance et sporulation de l'*Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi et du *Penicillium cyclopium* Westl. en culture stationnaire ou agitée (avec 3 fig.)..... 365
- M^{me} C. MORUZI et I. BALINSCHI. — Recherches sur les Actinomycètes se trouvant dans la vase de quelques lacs glaciaires (avec 4 tabl.)..... 376

*
**

- Analyses bibliographiques..... 385

*
**

SUPPLÉMENT

- Chronique de l'amateur : Champignons d'Espagne, par Georges BECKER 391
- Chronique mexicaine : Du côté des Rocheuses..., par Roger HEIM 396
- Mise au point de Phytopathologie : Les caractères qui régissent la classification des Ustilaginales (avec 2 fig.), par Ch. ZAMBETTAKIS 399
- A propos de langage scientifique, par Gabrielle BAZANTÉ..... 416
- Informations 390, 418

*
**

- TABLES DU TOME XXXIV..... 419

PR1956

Contribution biochimique à la connaissance taxinomique de certains Champignons cantharelloïdes et clavarioïdes ⁽¹⁾

Par J.-L. FIASSEON (*), R. H. PETERSEN (**), M.-P. BOUCHEZ (*)
et N. ARPIN (*) (Knoxville et Lyon).



RÉSUMÉ.

Le contenu caroténoïdique d'une vingtaine d'échantillons Nord-Américains et Européens de Champignons cantharelloïdes et clavarioïdes a été déterminé. Ces résultats analytiques, s'ajoutant aux données antérieures, permettent aux auteurs d'aborder certains problèmes relatifs à la taxinomie des groupes étudiés. Ainsi est confirmée l'hétérogénéité du genre *Clavulinopsis*, que certains caractères microscopiques avaient laissé entrevoir. En ce qui concerne les Chanterelles au sens large, sont envisagées successivement la taxinomie à l'intérieur du genre *Cantharellus*, puis ses relations avec *Craterellus*, genre dont l'homogénéité est discutée; enfin sont prises en considération les affinités éventuelles des Cantharellacées dans leur ensemble, les auteurs penchant en faveur d'une parenté entre celles-ci et certaines Omphales.

*
**

La morphologie de leurs fructifications, caractère le plus immédiatement accessible, a été pendant de longues années la base de la Systématique des Champignons supérieurs, mais sa nature superficielle en indique elle-même les limitations. Les techniques nouvelles — microscopie, cytologie, sérologie, biochimie — que

(1) XIV^e communication dans la série « Recherches chimiotaïnômiques sur les Champignons »; XIII^e communication: J.-L. FIASSEON et M.-P. BOUCHEZ, *Phytochemistry* (sous presse).

(*) : Laboratoire de Mycologie associé au C.N.R.S., Service de Phytochimie et Phytophysologie, Faculté des Sciences de Lyon, 43 Bd du 11 Nov. 1918, 69 - Villeurbanne, FRANCE.

(**) : Department of Botany, University of Tennessee, Knoxville, U.S.A.



le Mycologue a progressivement été amené à mettre en œuvre ont révélé combien, en ce qui nous concerne ici, était parfois artificielle la classification des Basidiomycètes supérieurs.

L'utilisation taxinomique de la pigmentation a une très ancienne tradition en Mycologie, mais la couleur n'est qu'un caractère de morphologie macroscopique et seule l'identification chimique des composés en jeu permet d'aboutir à une conclusion de poids (1) : une même teinte peut avoir des origines totalement différentes et, à l'inverse, une simple variation de teneur ou l'accumulation de molécules très voisines peut aboutir à des colorations très diverses (2, 3). L'étude de la localisation cyto-logique des pigments (fonction de leur solubilité, et donc de leur structure) est une première approche dans ce sens, mais ces données ne sont pas définitives car, nous le verrons à propos de *Clavulinopsis*, des pigments peuvent avoir la même couleur et la même microtopographie tout en étant de nature totalement différente. Symétriquement d'ailleurs, un même chromophore, selon les substituants qui y sont fixés, peut présenter une solubilité très variée.

C'est dans cette optique que nous avons abordé l'analyse des pigments caroténoïdes dans divers groupes de Champignons supérieurs (4, 5). Si, chez les Basidiomycètes supérieurs, ces pigments semblent moins répandus que dans d'autres groupes fongiques, leur présence chez certaines Chanterelles et Clavares est connue depuis longtemps (6, 7) et l'on pouvait espérer que leur étude détaillée apporterait une contribution nouvelle à notre connaissance de ces groupes si discutés et, par là, à l'élaboration d'une taxinomie plus naturelle.

Une étude limitée à un échantillonnage d'espèces européennes avait déjà conduit l'un d'entre nous à de premières conclusions (4) que l'analyse d'espèces Nord-Américaines vient de confirmer. L'ensemble de ces résultats est présenté (Tableau I) et discuté ci-dessous.

1. Matériel et méthodes.

Matériel : Les espèces Nord-Américaines, récoltées au mois d'août 1968 dans les « Great Smoky Mountains » (Parc National du Tennessee), par N. ARPIN, ont été déterminées par R. H. PETERSEN; les *exsiccata* sont conservés à l'Université du Tennessee. Les échantillons rapidement séchés ont été conservés

dans l'acétone au congélateur jusqu'au moment de l'extraction et de l'analyse. Les espèces Européennes proviennent de la proche région lyonnaise (France); elles furent récoltées durant les automnes 1966 et 1967 et conservées dans les mêmes conditions que précédemment. *Clavaria helicoides* Pat. et Dem. var. *robusta* Corner a été récoltée en République Centre-Africaine par J. BODIN et déterminée par J. BERTHIER.

Méthode d'analyse : Le processus analytique a été précédemment décrit en détail (8). Les carpophores sont extraits par l'acétone jusqu'à épuisement; l'addition d'éther de pétrole et d'eau permet de déplacer les caroténoïdes dans l'épiphase. Le spectre de cet extrait brut permet de doser les caroténoïdes totaux; le résidu acétonique est placé à l'étuve pour détermination du poids sec.

Dans tous les cas une aliquote de l'extrait brut est soumise à chromatographie sur papier Schleicher et Schüll n° 287 et 288 (enrichis respectivement de Kieselguhr et d'alumine). Lorsque la quantité de pigments le permet, l'extrait global est chromatographié sur colonne d'alumine Woelm d'activité II; les fractions isolées sont dosées par spectrophotométrie et l'identification des pigments est assurée par cochromatographie avec des composés de référence. Pour les composants mineurs et de détermination délicate, l'identité des fractions homologues des diverses espèces a également été vérifiée par cochromatographie.

2. Discussion.

Nous avons développé par ailleurs (2, 3, 4, 5) les principes qui nous guident dans l'application taxinomique des résultats biochimiques. En ce qui concerne plus précisément les caroténoïdes considérés comme traceurs phylétiques, nous pensons que la possession de ce type de pigments, si largement répandus dans le règne végétal et toujours présents chez les végétaux chlorophylliens, est pour les Champignons un caractère originel dont la perte est irréversible (*). Ainsi, un groupe mycologique qui accumule des caroténoïdes ne peut dériver d'un autre, dépourvu

(*) A condition, bien entendu, qu'il s'agisse d'une perte génotypique et non pas seulement phénotypique (*disparition* et non *inhibition* — évidemment réversible — des gènes en cause). Ce dernier type de phénomène est à envisager dans les cas de « résurgence » de caractères, ainsi peut-être à propos de *Craterellus fallax* évoqué plus loin.

de ce type de pigments. De plus, dans l'état actuel de nos connaissances, nous considérons comme primitive la pigmentation « indifférenciée » composée de carotènes seuls, le β -carotène étant très prédominant. De là, l'évolution peut s'effectuer par régression de la caroténogénèse (avec en premier lieu perte des pigments bicycliques) ou par développement d'un anabolisme oxydatif, conduisant en particulier à des molécules oxygénées (2, 4). Ces deux processus peuvent d'ailleurs se combiner, comme chez certains Discomycètes Operculés où la biosynthèse des carotènes s'arrête au stade aliphatique ou monocyclique mais où le squelette ainsi constitué est ensuite fortement oxydé (5).

C'est à l'échelon microsystematique que l'exploitation de nos résultats apparaît la plus immédiate. Ainsi, le genre *Clavulinopsis* se montre-t-il hétérogène du point de vue pigmentaire : *Cl. miniata* var. *sanguinea* (7) et les diverses variétés étudiées de *Cl. aurantio-cinnabarina* doivent leur coloration à la présence de caroténoïdes; par contre *Cl. corniculata* et *Cl. fusiformis* sont dépourvus de tels pigments. Or, en même temps qu'il envisageait, sur la base de réactions macro- et microchimiques, l'intervention de caroténoïdes dans la coloration de certains *Clavulinopsis*, CORNER (9) a noté l'intérêt possible, pour le Systematicien, de l'importance de l'apicule de la spore de plusieurs espèces (dont *Cl. fusiformis* et *Cl. corniculata*, rassemblées par lui en une même espèce-groupe). L'un d'entre nous (10) a considéré ce caractère comme fondamental, le prenant pour base du schéma évolutif proposé pour ce genre, principalement d'après l'étude de matériel Nord-Américain. Au sein des *Clavulinopsis*, l'évolution aurait conduit à plusieurs groupes spécifiques, mais avec deux directions principales correspondant au développement ou à la régression de l'apicule sporal : celui-ci est grand chez *Cl. corniculata* et *Cl. fusiformis*, tandis qu'il est insignifiant chez *Cl. miniata* et *Cl. aurantio-cinnabarina*. Dans le groupe à fort apicule se trouvent également les espèces Européennes *Cl. helvola* (Pers.) Corner [= *Cl. asterospora* (Pat.) Corner], *Cl. umbrinella* (Sacc.) Corner et *Cl. holmskjoldii* (Oud.) Corner dont les carpophores semblent bien, sous le microscope, dépourvus de pigments caroténoïdes (*). Quelques données bio-

(*) L'un de nous (10) a avancé que *Cl. gracillima* (Peck) Petersen [= *Cl. luteoalba* (Rea) Corner] — ou une espèce similaire — pourrait être proche du type ancestral du genre, d'après ses spores allongées et à l'apicule de taille moyenne.

TABLEAU I

Contenu caroténoïdique de divers Champignons cantharelloïdes et clavarioïdes.

	Poids sec de l'échantillon (mg)	% pigment total/poids sec	Neurosporène	Lycopène	P. 426	P. 444	γ -carotène	β -carotène	Echinénone	Canthaxanthine	Divers
<i>Cantharellus cinnabarinus</i> Schw. (*)	495	0,0300						2,3	6,7	91	+ (a)
<i>Cantharellus friesii</i> QuéL.	350	0,0157	0,7				1,7	43,9	32	9,1	12,4 (a)
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr. var. <i>pallidifolius</i> Smith (*)	5215	0,003		+	7	5,2	7	67,1			13,7
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr. f. « cream spores » Pet. (*)	597	0,004		?	+	4,7	+	58,9			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr. f. « yellow spores » Pet. (*)	1402	0,010		+	+		+	72			
<i>Cantharellus minor</i> Pk. (*)	123	0,057				22,7		57,6			19,7
<i>Cantharellus lutescens</i> Fr.	—	+	45	50							5 (b)
<i>Cantharellus cf. lutescens</i> Fr. (*) (n° 3540)	2710	0,0033	8,8	86,4							4,8
<i>Cantharellus cf. lutescens</i> Fr. (*) (n° 3543)	112	0,0006	39,5	51,2							9,3
<i>Cantharellus infundibuliformis</i> Fr.	84600	0,020	74	8,8							17,2 (a, b)
<i>Cantharellus cornucopioides</i> Pers. per Fr.	8260	0,0006	60	40							+
<i>Cantharellus fallax</i> Smith (*)	2896	0,0007		18,7			21,3	49,5			10,5
<i>Cantharellus odoratus</i> (Schw.) Fr. (*)	2850	0,0013		12,4	1,4		12,3	60,2			3,5 (c)
<i>Cantharellus cinereus</i> (Fr.) QuéL. (*)	96	— 0 —									
<i>Cantharellus floccosus</i> (Schw.) Singer (*)	482	— 0 —									
<i>Clavulinopsis fusiformis</i> (Fr.) Corner (*)	489	— 0 —									
<i>Clavaria aurantio-cinnabarina</i> (Schw.) Corner var. <i>aurantio-cinnabarina</i> Pet. (*)	2600	0,022	+				5	84,5			+ (c, d)
<i>Clavaria aurantio-cinnabarina</i> (Schw.) Corner var. <i>amoena</i> (Zoll. et Mohr.) Pet. (*)	220	0,018					1,5	95			3,5 (d)
<i>Clavaria helicoides</i> Pat. et Dem. var. <i>robusta</i> Corner	1518	0,033						80			20 (e)

Legende :

(*) : échantillon Nord-Américain (le numéro d'herbier éventuellement précisé correspond à celui du *Botany Department* de l'Université de Knoxville).

+ : traces, non dosé.

? : identification incertaine.

(a) : dont phytofluène (hors dosage).

(b) : dont di-OH ζ -carotène.

(c) : dont β -zéacarotène.

(d) : dont torulène.

(e) : dont déhydro-2'plectanixanthine et autres dérivés oxydés du torulène.

Remarques :

— Les carotènes de structure inconnue (P. 426, P. 444) ont été estimés sur la base d'un E $\frac{1}{1 \text{ cm}}$ % moyen de 2500 (8).

— Quand plusieurs pigments n'ont pu être dosés individuellement, leur somme est prise en considération pour la détermination des pourcentages relatifs des autres composés.



chimiques grossières venaient déjà corroborer ce schéma, et les résultats analytiques ici présentés concordent parfaitement avec les caractères microscopiques.

Notons que cette diversité dans la nature chimique des pigments avait en partie échappé aux cytologistes, car intervient dans tous les cas une coloration jaune, orangée ou rouge, de nature cytoplasmique; la nature caroténoïdique de certains de ces pigments avait d'ailleurs été déjà mise en doute, au vu d'anomalies lors de réactions microchimiques (9). Mais il est surtout intéressant de noter qu'une différence dans la localisation au sein du carpophore semble généralement accompagner et traduire la différence de nature chimique : la coloration des espèces caroténogènes est le plus souvent le fait des hyphes médullaires, tandis que les lipochromes d'autre nature sont accumulés surtout dans les basides et le sous-hyménium.

Au sein du genre *Cantharellus* la division en *Cantharellus* et *Phaeocantharellus* est en parfait accord avec la distribution des pigments, le premier sous-genre accumulant des caroténoïdes bicycliques (β -carotène et dérivés cétoniques : échinénone et canthaxanthine), le second ne présentant que des caroténoïdes aliphatiques. Comme l'un de nous l'a développé (4), nous pensons que, en ce qui concerne les caroténoïdes, l'évolution s'est faite de *Cantharellus* vers *Phaeocantharellus*. Dans le sous-genre *Cantharellus*, on peut relever que la pigmentation de *Ca. friesii* et *Ca. cinnabarinus* apparaît la plus différenciée.

Le genre *Craterellus*, par contre, se révèle très hétérogène, ce qui ne surprendra pas, bien des Mycologues discutant sa validité et son contenu; c'est ainsi que *Cr. cornucopioides* a une pigmentation très proche de celle de *Ca. infundibuliformis*, tandis que *Cr. cinereus*, qui parfois a été rangé dans les *Phaeocantharellus* (11), est totalement dépourvu de caroténoïdes; *Cr. fallax*, par contre, possède les mêmes caroténoïdes que *Ca. cibarius*. Dans ces conditions, il apparaît tentant d'envisager pour *Craterellus* une origine polyphylétique, *Cr. cornucopioides* et *Cr. cinereus* semblant prolonger la ligne évolutive allant de *Cantharellus* à *Phaeocantharellus*, tandis que *Cr. fallax* paraît avoir conservé la composition en caroténoïdes du groupe de *Ca. cibarius*.

De toute façon, la taxinomie traditionnelle des Chanterelles est actuellement remise en question (11); ainsi, l'un de nous (12), lors de la description de spécimens représentatifs de *Pseudo-*

craterellus, s'interroge sur le maintien de *Cr. cornucopioides* (probablement ici le *Cr. fallax* Nord-Américain) dans les *Craterellus*, dans la mesure où s'y applique la diagnose de *Pseudocraterellus* selon CORNER. Faute d'études microscopiques, peu de données permettent d'étayer la discussion de nos résultats. D'après les critères classiques, *Cr. cornucopioides* et *Cr. fallax* paraissent étroitement affines, et certains chercheurs Européens considèrent qu'il s'agit de la même espèce : l'analyse biochimique pourrait bien se montrer ici plus riche d'enseignements que l'observation microscopique, au moins pour l'instant. Par ailleurs, selon l'un de nous (13), les espèces de *Craterellus* dont les fructifications ne se perforent que tardivement sont plus proches de *Cantharellus* que celles qui se développent en entonnoir ; plus précisément, cela rapprocherait davantage *Cr. cinereus* de *Cantharellus infundibuliformis* et *Ca. tubaeformis* que de *Ca. cibarius* ou *Ca. subalbidus* (d'Amérique du Nord), ce qui recoupe à nouveau les données biochimiques.

L'analyse pigmentaire vient confirmer les dissemblances, précédemment soulignées (12), entre les formes Américaines à spores « crème » et « jaune » de *Ca. cibarius*, comme la séparation de la variété *pallidifolius* Smith. D'un autre côté, la similitude de *Craterellus* (*Cantharellus*) *odoratus* et de *Ca. cibarius* est, du point de vue pigmentaire, flagrante ; sur le terrain, seules une légère différence de coloration et l'absence d'odeur distinguent de la première espèce *Craterellus cantharellus* (Schw.) Fr. (= *Cantharellus lateritius* Berk.), qui peut donc, lui aussi, être assimilé à un *Cantharellus* dépourvu de plis, étroitement affine à *Ca. cibarius* comme l'avait déjà souligné l'un d'entre nous (13).

En ce qui concerne les affinités, très discutées, des *Cantharella*-ées notons que l'un de nous, après avoir envisagé (14) l'existence — affirmée par CORNER (9, 11) — d'une parenté entre *Clavariadelphus* et les Chanterelles, rejette (13, 15) ce concept et, d'accord avec DONK (16), rapproche davantage *Clavariadelphus* des Champignons ramarioïdes et des *Gomphus* (c'est-à-dire des Gomphacées *sensu* Donk). La réaction caractéristique avec $FeSO_4$, l'inflation des boucles, les spores grandes et allongées et les piléocystides des formes simples militent toutes en faveur d'un tel rapprochement : que les caroténoïdes, si fréquents chez les Chanterelles, manquent chez *Clavariadelphus* (4) n'est donc pas pour surprendre. Cette façon de voir est corroborée par l'analyse de *Gomphus floccosus* puisque cette espèce, bien que

la plus vivement colorée (en jaune orangé) du genre, est dépourvue elle aussi de pigments caroténoïdes. Enfin l'absence de tels composés dans les *Ramaria* jusqu'ici étudiés, comme nombre de caractères microscopiques, semble venir à l'appui de la séparation, qu'a effectuée DONK, des Gomphacées en une famille distincte.

De toute façon, nous pensons que *Clavariadelphus*, dépourvu de caroténoïdes, ne peut être à l'origine des Chanterelles. Par contre il existe entre celles-ci et l'Agaricale *Gerronema chrysophyllum* (Fr.) Singer (= *Omphalia chrysophylla* Fr.) un faisceau de caractères communs — dont la pigmentation — tel que les premières n'en présentent avec aucun autre groupe (17). Ceci nous amène à envisager que c'est autour de cette Omphale qu'il faille chercher l'origine des Chanterelles, qui seraient donc reliées aux Agaricales typiques par le genre *Gerronema*, dont deux espèces se sont déjà montrées caroténogènes (4), et qui présente souvent la sporée jaune de bien des Cantharellacées.

Une telle conclusion n'exclut évidemment en rien une possible affinité entre les Cantharellacées et certains Champignons clavarioïdes, caroténogènes en particulier (7). Les Chanterelles occuperaient alors bien la position de charnière entre les Agaricales et certaines Aphylophorales, que leur morphologie semble dès l'abord leur conférer.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) HEIM R. (1942). — Les pigments des Champignons dans leurs rapports avec la Systématique. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 29, 48-79.
- (2) FIASSON J. L., LEBRETON Ph. et ARPIN N. (1968). — Les caroténoïdes des Champignons : structure, répartition, utilisation en Systématique. *Bull. Soc. Nat. Arch. Ain*, 82, 47-67.
- (3) ARPIN N. et FIASSON J. L. (1969). — Les pigments des Basidiomycètes, leur intérêt taxinomique. *Evolution of Higher Basidiomycetes*, Knoxville (sous presse).
- (4) FIASSON J. L. (1968). — *Les caroténoïdes des Basidiomycètes : survol chimiotaxinomique*. Thèse spécialité, Lyon.
- (5) ARPIN N. (1968). — *Les caroténoïdes des Discomycètes : essai chimiotaxinomique*. Thèse Etat, Lyon.
- (6) WILLSTAEDT C. van (1937). — Über die Carotinoide einiger *Cantharellus*. *Svensk. Kem. Tids*, 49, 318-323.
- (7) HEIM R. (1949). — Une Clavaire cantharelloïde à pigment caroténien cristallisé. *Rev. Mycol.*, 14, 113-120.

- (8) FIASSON J. L., ARPIN N., LEBRETON Ph. et BOUCHEZ M. P. (1969). — Sur l'analyse qualitative et quantitative des caroténoïdes. *Chim. Anal.*, **51**, 227-236.
- (9) CORNER E. J. H. (1950). — *A Monograph of Clavaria and allied Genera*. Oxford University Press.
- (10) PETERSEN R. H. (1968 a). — The Genus *Clavulinopsis* in North America. *Mycologia Mem.*, **2**, 1-39.
- (11) CORNER E. J. H. (1966). — *A Monograph of Cantharelloid Fungi*. Oxford University Press.
- (12) PETERSEN R. H. (1968 b). — Notes on Cantharelloid Fungi. II. Some new Taxa, and notes on *Pseudocraterellus*. *Persoonia*, **5**, 211-223.
- (13) PETERSEN R. H. (1969 a). — Interfamilial relationships in the Clavarioid and Cantharelloid Fungi. *Evolution of Higher Basidiomycetes*, Knoxville (sous presse).
- (14) PETERSEN R. H. (1967). — Evidence on the interrelationships of the families of Clavarioid Fungi. *Trans. Brit. Myc. Soc.*, **50**, 641-648.
- (15) PETERSEN R. H. (1969 b). — The Genus *Gomphus* in North America. *Nova Hedwigia* (sous presse).
- (16) DONK M. A. (1964). — A conspectus of the Families of the Aphyllophorales. *Persoonia*, **3**, 199-324.
- (17) FIASSON J. L. et BOUCHEZ M. P. (1968). — Recherches chimio-taxinomiques sur les Champignons. IX. Les carotènes de *Omphalia chrysophylla* Fr. *Comptes rendus*, **266**, D, 1379-1381.



Croissance et sporulation de l'Aspergillus versicolor (Vuill.) Tiraboschi et du Penicillium cyclopium Westl. en culture stationnaire ou agitée

Par BERNARD TRIQUE (Brest).



Parmi les Champignons microscopiques responsables de la dégradation des caryopses de blé au cours de leur conservation, l'*Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi et le *Penicillium cyclopium* Westl. tiennent une place prépondérante (SAPONARO, MADALUNI, 1959; PELHATE, 1968 a). Leur développement altère les qualités du blé et présente un danger d'intoxication pour le consommateur (BAMBURG, STRONG, SMALLEY, 1969). Ils peuvent en effet synthétiser des produits nocifs tels que l'avérufine ou les versicolorines pour l'*A. versicolor* (MOREAU, 1968) et les acides cyclopiazoniques pour le *P. cyclopium* (HOLZAPFEL, 1968). De plus, ces deux moisissures dégradent également les farines de maïs, de riz et de soja (INAGAKI, IKEDA, 1959).

Il était donc particulièrement intéressant de rechercher les conditions limites et optimales du développement de l'*A. versicolor* et du *P. cyclopium*. Pour cette étude, nous avons mesuré leur croissance pondérale et leur intensité de sporulation au cours de cultures pures *in vitro*. L'analyse rendant impératif l'emploi de solutions, des milieux nutritifs liquides ont été utilisés selon le mode stationnaire ou agité.

A — Matériel et méthodes.

Les isolats que nous avons étudiés proviennent de blés moisissés récoltés en Bretagne (isolements PELHATE, 1962). Le milieu de culture comprend : un glucide, une solution minérale de Czapek-Dox (NaNO₃, 2 g; PO₄H₂K, 1 g; SO₄Mg, 7H₂O, 0,5 g; KCl, 0,5 g;

SO₄Fe, 7 H₂O, 0,01 g), 1 ml d'une solution microtrophique (1) + eau distillée qsp. 1000 ml. Pour les essais stationnaires, la solution nutritive est répartie en boîtes de Roux (1000 ml); pour les cultures agitées, en Erlenmeyers (250 ml). Nous stérilisons par autoclavage pendant 30 minutes sous 0,8 kg/cm².

L'ensemencement est effectué par l'intermédiaire d'une suspension de spores provenant de précultures sur milieu gélosé (extrait de malt 5 %, NaCl 5 %). L'agitation est obtenue en fixant les cultures sur un plateau combinant les mouvements alternatifs et circulaires (agitateur 3 D Baguet).

Mesure du poids sec : le contenu des flacons de culture est filtré sur Büchner à plaque de verre fritté, lavé trois fois à l'eau tiède (40° C), puis déposé en nacelles d'aluminium préalablement tarées; le séchage se poursuit en étuve à 80° C pendant 48 h. On refroidit en dessiccateur avant la pesée.

L'intensité de la sporulation est évaluée par turbidimétrie. Le milieu de culture est centrifugé à 2 000 tours pendant 5 minutes pour séparer les spores du mycélium. Le surnageant est ensuite homogénéisé au mixer (Ultra-turrax) pendant 30 secondes afin de dissocier les chaînes de spores. La densité optique de la suspension obtenue est mesurée au spectrophotomètre à 620 nm; la cuve de référence reçoit le filtrat sur membrane (Millipore HAWP) pour tenir compte de l'absorption propre des éléments du milieu nutritif. Cette valeur, rapportée sur une courbe étalon, fournit la densité en spores recherchée. La courbe étalon (graph. 1 et 2) est établie en suivant les variations de la densité optique à 620 nm de diverses suspensions de spores dont la numération est effectuée parallèlement à la cellule hématimétrique de Malassez.

L'estimation statistique des moyennes et de leurs intervalles de confiance calculés au risque de 5 % a été faite par le test de « Student »; les courbes passent par les valeurs moyennes.

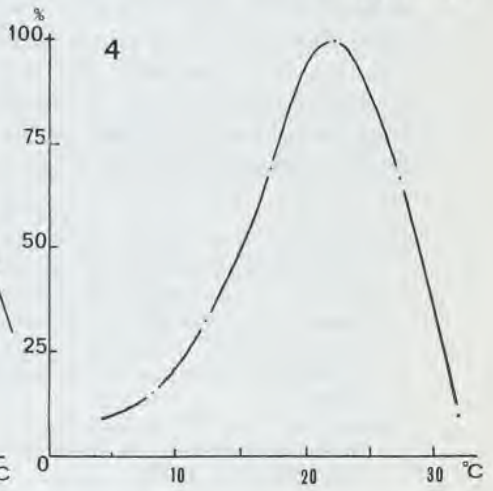
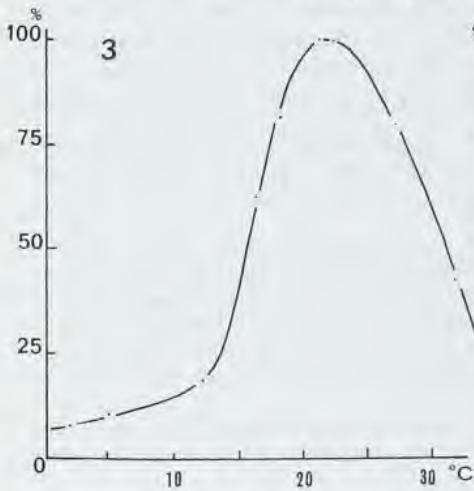
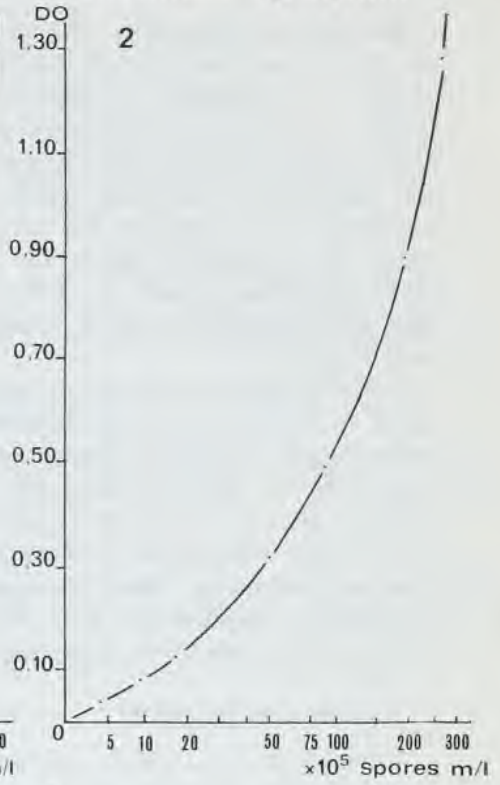
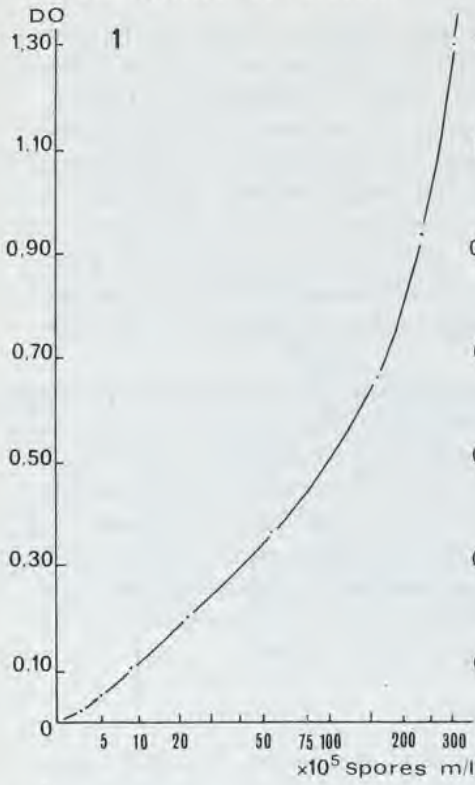
Graphiques 1 et 2 : Courbes étalons pour la mesure turbidimétrique de la sporulation (en ordonnées, la densité optique à 620 nm; en abscisses, la densité en spores exprimée en 10⁹ spores/ml sur échelle logarithmique).

Graphiques 3 et 4 : Influence de la température sur la croissance linéaire (en ordonnées, la croissance exprimée en % de sa valeur maximale après 7 jours; en abscisses, la température).

(1) La solution microtrophique apporte les sels suivants à la concentration finale de 10⁻⁶: ZnSO₄·7H₂O; CuSO₄·5H₂O; MnSO₄·4H₂O; (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O.

Aspergillus versicolor

Penicillium cyclopium



B — Résultats.

Des études préalables sur milieux gélosés nous ont permis de définir les besoins nutritifs et la température la plus favorable à la croissance linéaire des deux Champignons (TRIQUE, 1969) : ils sont hétérotrophes pour le carbone et autotrophes pour l'azote sur les sels nitriques et ammoniacaux; l'optimum de température se situe pour les deux espèces à 21-22° C; cependant la croissance est au cinquième de son maximum à 12 et 36° C pour l'*A. versicolor* (graph. 3) et à 9 et 31° C pour le *P. cyclopium* (graph. 4). De plus, PELHATE (1968 b) a montré que leur germination peut s'initier entre 85 et 100 % d'humidité relative.

C'est pourquoi nous avons pu utiliser des solutions dérivées de la formule Czapek-Dox, la température étant de 21° ± 1,5° C. Remarquons que ces légères variations thermiques, jointes à celles de la pression atmosphérique, favorisent les échanges gazeux des récipients de culture à travers leurs bouchons de coton dans des conditions où le facteur température retentit peu sur la croissance. Nous ensemençons à chaque fois par une suspension aqueuse de 2.10⁶ spores pour l'*A. versicolor* et de 5.10⁵ spores pour le *P. cyclopium* (TRIQUE, 1969).

1. Cultures stationnaires :

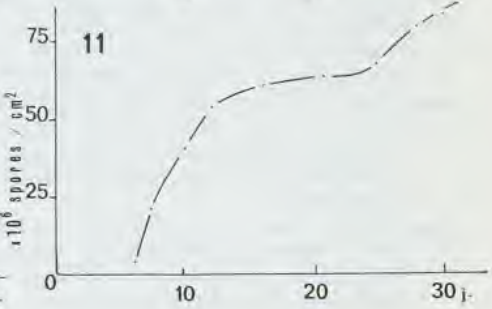
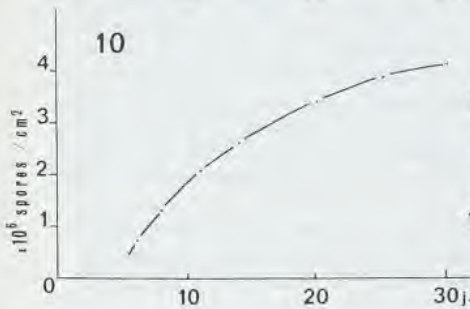
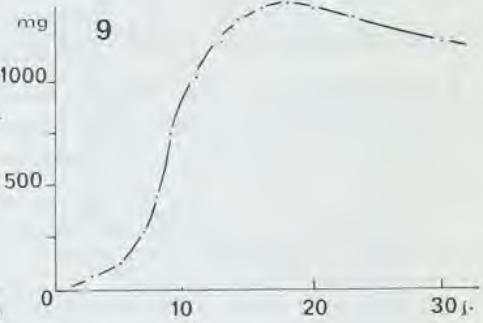
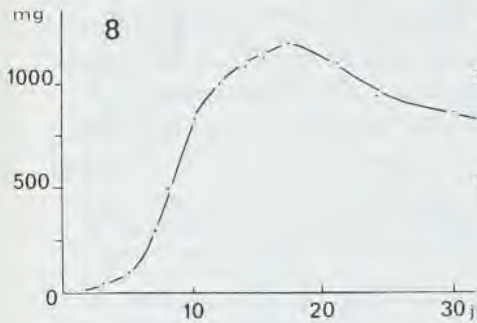
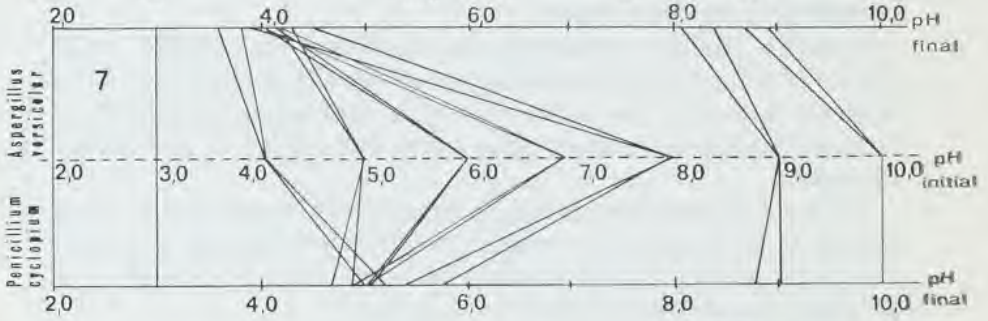
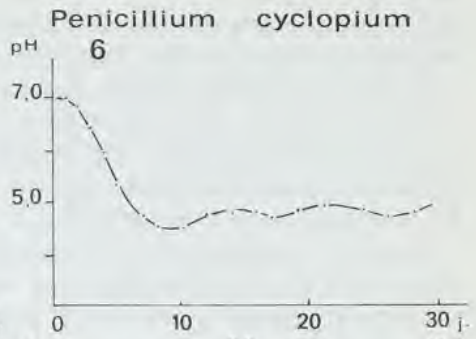
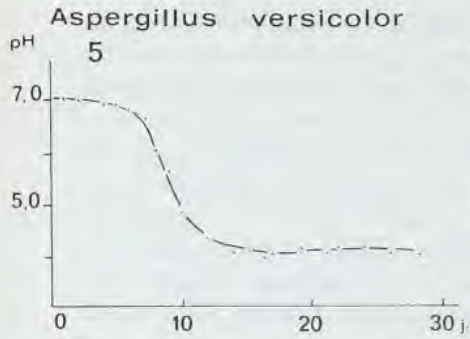
Constatant une rapide acidification du milieu nutritif, nous avons étudié cette évolution du pH. Sa valeur s'abaisse linéairement pendant 8 à 10 jours (graph. 5 et 6) puis se stabilise à une valeur peu dépendante des conditions initiales si celles-ci sont comprises entre 3,5 et 8,5 unités pH (graph. 7). Pour l'*A. versicolor*, cette valeur finale est de 4,1 alors qu'elle est de 4,8 pour le *P. cyclopium*. Par la suite, nous avons ajouté au milieu un

Graphiques 5 et 6 : Evolution du pH en culture immobile non tamponnée (en ordonnées, unités pH; en abscisses, la durée de culture en jours).

Graphique 7 : Evolution du pH en solutions nutritives immobiles non tamponnées pour différentes valeurs du pH initial (pH final au 15^e jour).

Graphiques 8 et 9 : Croissance pondérale en milieu liquide immobile (en ordonnées, le poids sec en mg; en abscisses, la durée de culture en jours).

Graphiques 10 et 11 : Sporulation en milieu liquide immobile (en ordonnées, intensité exprimée en millions de spores/cm²; en abscisses, la durée de culture en jours).



mélange tampon citrate-NaOH selon Sørensen de façon que le pH se maintienne proche de 5,0 jusqu'en fin de phase exponentielle de croissance. Chez les deux espèces, la croissance pondérale après une latence de 2 jours se poursuit exponentiellement jusqu'au 9^e jour de culture pour atteindre un maximum vers le 17-18^e jour; au-delà, les synthèses ne compensent plus les pertes par autolyse (graph. 8 et 9). La sporulation qui débute au 6^e jour tend vers une limite en 4^e semaine pour l'*A. versicolor* (graph. 10) alors que le *P. cyclopium* dont la production est vingt fois plus importante par unité de surface (graph. 11) atteint un premier palier en 3^e semaine puis fournit plus tardivement une seconde vague.

Pour les parties submergées du mycélium, la solution autoclavée et immobile présente des conditions d'anaérobiose. Pour étudier l'influence de celles-ci sur la croissance pondérale et la sporulation des souches, nous avons fait varier la profondeur du milieu.

Pour l'*A. versicolor*, quand la profondeur augmente de 0,5 à 3 mm, le poids sec de mycélium récolté croît (graph. 12) alors que la production de spores s'affaiblit régulièrement (graph. 14). Si nous considérons l'indice « i » suivant :

$$\text{pour une unité de surface « i »} = \frac{\text{nombre de spores en millions}}{\text{poids sec du mycélium en mg}}$$

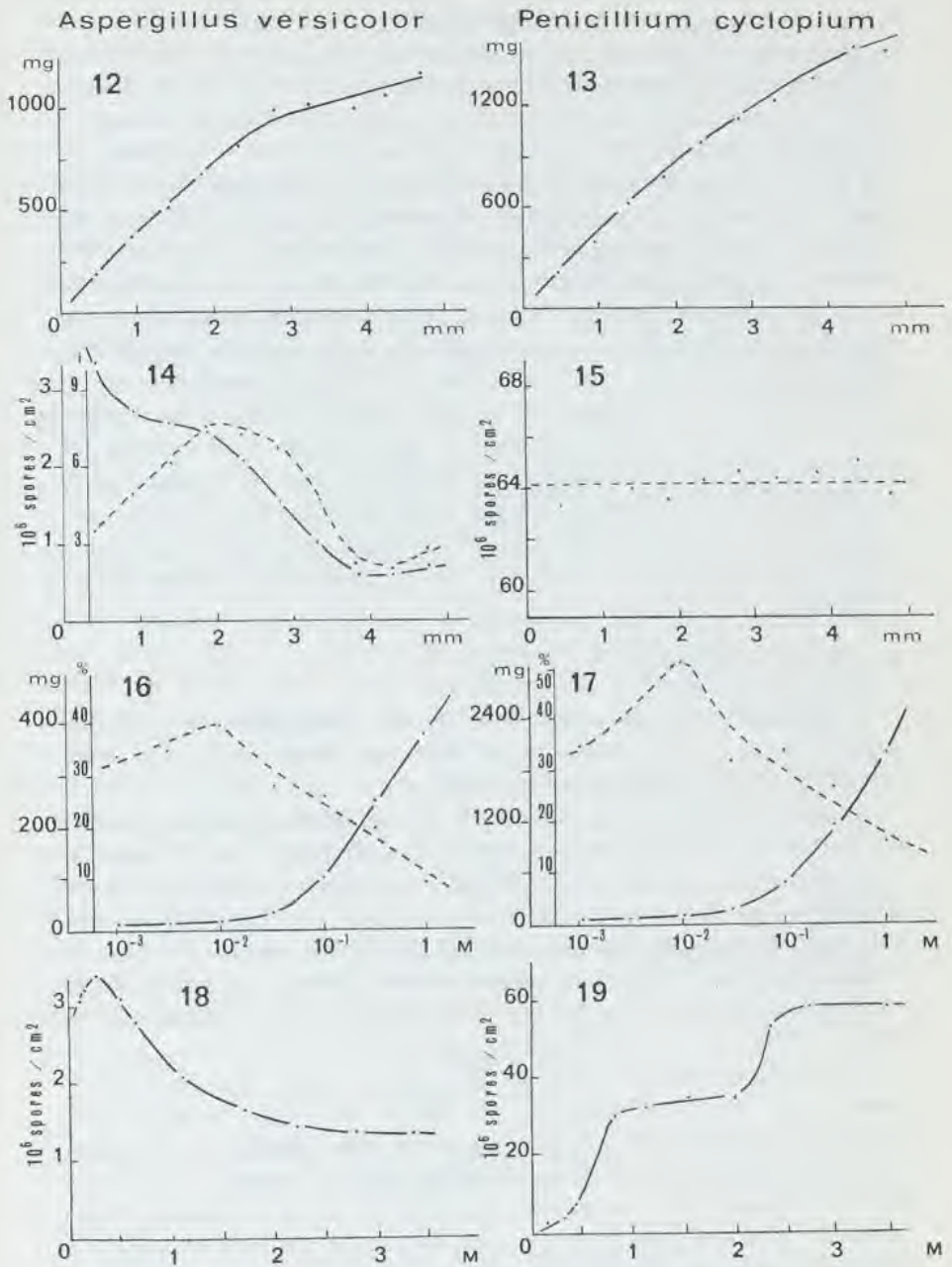
nous estimons que le meilleur compromis entre la sporulation et la croissance pondérale sera atteint par la valeur maximale de

Graphiques 12 et 13 : Influence de la profondeur de solution nutritive sur la croissance pondérale lors d'une culture immobile (en ordonnées, le poids sec exprimé en mg, mesuré au 20^e jour; en abscisses, la profondeur en mm).

Graphiques 14 et 15 : Cultures immobiles. En traits pleins, influence de la profondeur sur la sporulation (en ordonnées, intensité exprimée en millions de spores/cm²) mesurée au 20^e jour. En tireté, variations de l'indice « i » selon la profondeur (en ordonnées, « i » en millions de spores/mg de poids sec; en abscisses, la durée de culture en jours).

Graphiques 16 et 17 : En milieu agité, croissance pondérale (traits pleins) et rendement (tiretés) en fonction de la concentration en glucide (ordonnées, poids sec en mg et rendement en %; abscisses en moles de glucose selon une échelle logarithmique). Mesures faites au 15^e jour d'incubation.

Graphiques 18 et 19 : En culture stationnaire, intensité de la sporulation au 15^e jour d'incubation, en fonction de la concentration en glucide (ordonnées, sporulation exprimée en millions de spores par cm²; abscisses, la molarité en glucose).



cet indice (graph. 14). Dans les conditions d'expérience, cet optimum correspond à une profondeur de 2 mm. Notons que la présence d'éléments inertes (billes de verre, perlite) qui émergent du milieu permet à la sporulation de débiter plus précocement, mais la répartition de ces supports crée une surface de culture variable et entraîne des résultats non répétitifs.

Pour le *P. cyclopium*, le développement s'effectue d'abord de façon submergée, la croissance pondérale est donc fonction du volume de solution apporté et croît linéairement avec la profondeur (graph. 13). Par contre l'intensité de la sporulation n'est pas affectée par ce facteur, les variations n'en étant pas significatives (graph. 15), mais est liée à la surface disponible, donc constante dans cette expérience. Tout se passe comme si le développement s'effectuait en deux temps avec la formation d'un feutrage mycélien blanchâtre puis d'un voile aérien et pigmenté par son abondante sporulation. Ce fait est à rapprocher de l'hypothèse de MORTON (1961) pour laquelle le plus fort stimulus de sporulation chez les *Penicillium* provient de l'émergence d'un mycélium passant de la condition immergée à aérienne.

2. Cultures agitées :

L'agitation crée une condition aérobie homogène. Des études préalables nous ont amené à utiliser une fréquence de 80 par minute sur une amplitude de 10 cm.

Après germination des spores, il y a agglutination de celles-ci et formation d'anastomoses entre les hyphes. Le mycélium croissant dans toutes les directions de l'espace prend une forme globoïde. Ces sphères blanchâtres à brunes, peu pigmentées, ont un diamètre pouvant varier de 0,5 à 15 mm selon la concentration de l'inoculum et la nature de la solution nutritive. Cette morphogenèse est voisine de celle décrite par GALBRAITH et SMITH (1969) pour l'*Aspergillus niger*.

Les thalles, âgés de plus de 15 jours et d'un diamètre supérieur à 10 mm, peuvent devenir creux par lyse de la région centrale. En 1967, ce phénomène avait été signalé par GABRIEL pour les mycéliums de divers Basidiomycètes cultivés en anaérobiose. Déposées sur un milieu nutritif gélosé, ces sphères fournissent, en conditions comparables, un thalle d'allure identique à celui des cultures d'entretien.

Si l'on compare les courbes de croissance pondérale en fonction du mode de culture agitée ou stationnaire, on constate que leurs profils sont analogues et que, pour un volume donné de solution, correspond une production de mycélium égale ou supérieure dans le cas de l'agitation. Une même comparaison effectuée sur les courbes de sporulation révèle deux différences : toutes autres conditions étant égales, la sporulation est différée de 2 à 5 jours s'il y a agitation et, de plus, son intensité est très affaiblie. Les sporophores se différencient surtout dans l'anneau mycélien qui se forme autour du col des Erlenmeyers.

Nous avons recherché l'optimum de croissance pondérale en déterminant le rendement (1) maximum en fonction de la molarité en glucides (graph. 16 et 17). Pour les deux espèces, il se situe à 10^{-2} mole de glucose en culture agitée.

L'optimum de sporulation a été également recherché en faisant varier la concentration en glucide (graph. 18 et 19). Il est obtenu sur les cultures stationnaires : pour 0,35 M de glucose avec l'*A. versicolor*; par contre le *P. cyclopium* fournit une courbe à deux paliers, l'un entre 1 et 2 M, le second aux valeurs supérieures à 2,5 M. La densité en pinceaux conidifères varie peu mais le nombre de phialides productrices de xérospores est plus grand. Cette morphogenèse particulière pourrait être due à une variation du taux de perméabilité cellulaire.

Pour diminuer l'excès de sels minéraux dans nos solutions nutritives, nous avons recherché la composition d'un milieu équilibré capable d'assurer la croissance optimale des deux moisissures avec le minimum d'éléments minéraux. Sont apportés en quantités constantes : le glucose (20 g/l), le sulfate ferreux (0,01 g/l) et la solution microtrophique. En faisant varier systématiquement la concentration des différents sels les uns vis-à-vis des autres, nous avons pu en déduire les compositions suivantes : pour un litre de solution,

A. versicolor : NaNO_3 1,65 g; MgSO_4 0,5 g
KCl 0,55 g; KH_2PO_4 0,55 g

P. cyclopium: NaNO_3 2,00 g; MgSO_4 0,55 g
KCl 0,43 g; KH_2PO_4 0,45

(1) Rendement = $\frac{\text{poids sec de mycélium formé (en mg)}}{\text{quantité de glucose consommé (en mg)}}$

Conclusions.

La conservation des caryopses de blé peut être affectée par le développement d'une flore fongique dont les éléments prépondérants sont l'*Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi et le *Penicillium cyclopium* Westling. Ces moisissures très polyphages croissent et sporulent sur milieux synthétiques liquides. Leur croissance, optimale à 21-22° C, est très faible aux températures inférieures à 10° C et supérieures à 30°, surtout pour le *P. cyclopium*. Les deux Champignons, acidophiles, peuvent coloniser des milieux dont les pH se situent entre 3,0 et 9,0. Sur solutions nutritives, les modes stationnaires ou agités ont été comparés. L'*A. versicolor* requiert un milieu peu profond et immobile pour sporuler. Les rendements optimaux de croissance pondérale sont obtenus sur les solutions minérales agitées contenant 10^{-2} moles de glucose. Pour permettre une étude ultérieure plus aisée des métabolites excrétés dans les jus de culture, la composition du milieu nécessaire et suffisant au meilleur développement a été définie pour chaque espèce.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAMBURG (J. R.), STRONG (F. M.), SMALLEY (E. B.), 1969. — Toxins from moldy cereals. *J. Agr. Food Chem.*, 17 (3), 443-450.
- GABRIEL (M.), 1967. — Recherches sur la physiologie du mycélium des Basidiomycètes en aérobiose et anaérobiose. *Thèse Doct. Sci. nat.*, Lyon, 110 p.
- GALBRAITH (J. C.), SMITH (J. E.), 1969. — Filamentous growth of *Aspergillus niger* in submerged shake culture. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 52 (2), 237-246.
- HOLZAPFEL (C. W.), 1968. — The isolation and structure of cyclopiazonic acid, a toxic metabolite of *Penicillium cyclopium* Westling. *Tetrahedron*, 24, 2101-2119.
- INAGAKI (N.), IKEDA (M.), 1959. — Studies on the fungi isolated from foods. II. Identification of *Penicillia* and *Aspergilli* isolated from flours. *Bull. nat. hyg. Lab. Tokyo*, 77, 341-366.
- MOREAU (C.), 1968. — Moisissures toxiques dans l'alimentation. *Encyclopédie Mycologique*, 35, 372 p., Lechevalier éd., Paris.
- MORTON (A. G.), 1961. — The induction of sporulation in mould fungi. *Proc. Roy. Soc. B.*, 152, 548-569.

- PELHATE (J.), 1968 a. — Inventaire de la mycoflore des blés de conservation. *Bull. Soc. Mycol. Fr.*, 84 (1), 127-143.
- PELHATE (J.), 1968 b. — Recherche des besoins en eau chez quelques moisissures des grains. *Mycopathol. Mycol. appl.*, 36 (2), 117-128.
- SAPONARO (A.), MADALUNI (A. L.), 1959. — Ricerche sulla microflora del grano conservato in magazzino. *Boll. Staz. Pat. veg. Roma*, Ser. 3, 17 (2), 247-266.
- TRIQUE (B.), 1969. — Croissance et sporulation de l'*Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi et du *Penicillium cyclopium* Westl. en fonction des sources de carbone et d'azote. *Bull. Soc. Bot. Fr., Mém.* 1968, 115, 101-109.
- TRIQUE (B.), 1969. — Recherches sur le développement de l'*Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi et du *Penicillium cyclopium* Westl., moisissures des blés de conservation : étude particulière de certaines hydrolases du compartiment extracellulaire. *Thèse Doct. 3^e cycle, Brest*, 110 p.

(Laboratoire de Biologie Végétale,
Faculté des Sciences, Brest.)

Recherches sur les Actinomycètes se trouvant dans la vase de quelques lacs glaciaires

Par M^{me} C. MORUZI et I. BALINSCHI (Bucarest).



This paper presents eight species of Actinomycetes (*Actinomyces candidus*, *A. albidoflavus*, *A. griseus*, *A. globisporus*, *A. longisporus*, *A. roseolus*, *A. mirabilis*, *A. annuulatus*) isolated from the mud and sand of four lakes of glacial origin (Bucura, Zanoaga, Galesul and Surianul), and determined, all of them new in the microflora of the Socialist-Republic of Romania, as well as the result of our researches into the morpho-biochemistry and the antagonistic action of the above-mentioned species.

Introduction.

Bien connus, et récemment mieux étudiés qu'autrefois, les Actinomycètes constituent le groupe de microorganismes qui a suscité dernièrement l'intérêt d'un large cercle de chercheurs dans le domaine de la microbiologie, de la médecine, de la chimie et de la pharmacie.

Leur activité multiple dans le cadre des processus de transformation ayant lieu dans le sol, l'action pathogène de certaines espèces sur les organismes animaux et végétaux de même que, et surtout, leur capacité de synthétiser les substances antibiotiques expliquent cet intérêt. Grâce à la grande résistance des Actinomycètes aux conditions défavorables du milieu et au caractère prononcé de variabilité qu'ils présentent, on les rencontre partout dans la nature en plus ou moins grand nombre, conditionné par différents facteurs géographiques et écologiques.

La plupart des travaux concernant la répartition des Actinomycètes se rapportent à l'étude des différents sols, et cela en vertu du rôle important qui revient à ces microorganismes dans les processus de la fertilisation.

La présence des Actinomycètes dans la vase des lacs a été déjà signalée, dès la fin du dernier siècle, par KEDZIOR 1896 (1). Les travaux postérieurs à cette date mentionnent le fait que ces microorganismes ne sont pas largement répandus dans l'eau des lacs, mais plutôt dans leur vase (POTTER et BAKER 1956) (2). D'après leur capacité de décomposer les produits organiques complexes tels que la lignine, la chitine, la cellulose, on suppose qu'ils joueraient un rôle considérable dans l'écologie lacustre.

Puisque les lacs glaciaires sont peu étudiés au point de vue microbiologique, nous avons dirigé notre attention sur la répartition de certains microorganismes en cet habitat. Dans le présent ouvrage nous nous sommes occupés, tout d'abord, d'isoler, de déterminer certaines espèces d'Actinomycètes contenus dans la vase et le sable de quelques lacs d'origine glaciaire des massifs Retezat et Sebes, de la partie occidentale des Carpathes méridionales, formés de granits et de schistes cristallins, dont le relief est caractérisé par des cirques, des vallées et des moraines glaciaires, et, ensuite, d'en effectuer l'étude morpho-biochimique. Ces cirques et vallées glaciaires, qui fragmentent les monts du Retezat et ceux du Sebes, abritent toute une série de lacs s'échelonnant de 1 700 à 2 000 m d'altitude. Pendant l'été de 1965, entre le 1^{er} et le 6 septembre, des prélèvements, recueillis en petits sacs (matière plastique stérile), ont été effectués dans les lacs suivants : Bucura, situé à 2 040 m d'altitude, ayant une profondeur maximum de 16,5 m et une superficie de 8,8 ha, Galesul, situé à 1 950 m d'altitude, ayant une profondeur de 20,5 m et une superficie de 36 ha, Zanoaga situé à 1 973 m d'altitude, présentant des parties marécageuses, une profondeur d'à peu près 26 m et une superficie de 6,5 ha, et Surianul, dans le Sebes, situé à une altitude de 1 790 m, ayant une profondeur de 3 à 7 m et une superficie d'environ 0,5 ha, entouré d'une végétation naine, à la différence des trois autres, ci-dessus mentionnés, qui sont entourés de débris de roches formés par endroits de grands blocs de pierre recouverts de lichens saxicoles.

Le fond de ces lacs est tapissé d'une couche plus ou moins épaisse de vase fine, de nature organo-minérale, et près des bords existent sable et gravier. La composition minérale est le résultat de l'érosion des rives par les affluents, et le détritus organique, d'ailleurs très pauvre ou presque absent, est dû aux organismes phyto- et zooplanctoniques qui se développent dans

la couche tropholitique inférieure et qui, à leur tour, en raison de la grande profondeur sont transformés en substances minérales.

On a prélevé d'une part dans la zone marginale contenant du sable, qui avance à l'intérieur des lacs sur une distance d'environ 1/2 m-1 m du bord, et d'autre part dans la vase. Chaque matériel soumis à l'examen représenté un mélange de cinq prises extraites de divers endroits du lac.

Méthode de travail.

Outre les Actinomycètes on a, également, isolé des bactéries et d'autres champignons, qui n'ont fait l'objet que d'une analyse quantitative.

La suspension initiale a été préparée avec 5 g de vase déposée dans 50 cc d'eau distillée. On en a effectué des dilutions successives (1 : 100, 1 : 1 000, 1 : 10 000). Les différentes dilutions ont été réparties à raison de 1 cc de suspension dans des boîtes de Pétri avec Ø de 10 cm. On y a ensuite versé les milieux nutritifs agarisés et refroidis à 50° C. Pour les bactéries nous avons utilisé le bouillon de viande avec extrait de sol, et le milieu Ashby quant aux fixateurs de l'azote; pour les champignons, employé le milieu Martin, contenant 30 γ /ml de streptomycine. En ce qui concerne les Actinomycètes nous avons eu recours au milieu Gauze I minéral (avec de l'azote minéral).

Les boîtes de Pétriensemencées ont été maintenues au thermostat à 24° C (champignons) et à 28° C (bactéries et Actinomycètes).

La période d'incubation a duré 2 jours pour les bactéries, 4-6 jours pour les champignons et 8-10 jours pour les Actinomycètes. Les colonies développées ont été repiquées dans des tubes à milieu agarisé : bactéries sur gélose, champignons sur milieu Czapek, et Actinomycètes sur le milieu Gauze II organique (avec de l'azote organique).

Il est à remarquer que, dans aucun cas, l'*Azotobacter* n'a été mis en évidence sur le milieu Ashby.

Parallèlement à la recherche microbiologique on a encore effectué les analyses chimiques suivantes : détermination du pH à l'aide de l'indicateur universel (d'après Peterburgski), concentration de l'humus par la méthode Tiurin et dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl (Tableau N° I).

TABLEAU I

Résultats des analyses chimiques et microbiologiques
des prélèvements de sol (sable et vase).

	Analyses chimiques			Analyses microbiologiques			
	pH	Substances organiques %	Azote total %	Nombre de bactéries/g	Nombre de champignons/g	Nombre d'Actinomycètes/g	Nombre total de microorganismes/g
Galesul (sable)	8	1,45	0,055	11 200 76 %	300 2 %	3 300 22 %	14 800
Bucura (vase)	6,6	9,24	0,456	250 000 97 %	1 900 1 %	5 000 2 %	256 900
Bucura (sable)	6,2	1,35	0,120	24 600 92 %	100 0,5 %	2 000 7,5 %	26 700
Zanoaga (vase)	7,2	5,87	0,726	160 000 88 %	3 100 2 %	18 600 10 %	181 700
Zanoaga (sable)	6,2	0,92	0,021	23 500 94 %	1 450 5,5 %	70 0,5 %	25 020
Surianul (vase)	6,6	6,52	0,256	10 400 76 %	3 100 23 %	150 1 %	13 650
Surianul (sable)	7,4	0,86	0,087	2 060 96 %	30 1,5 %	50 2,5 %	2 140

Détermination des Actinomycètes.

Pour isoler les Actinomycètes nous avons, donc, utilisé la méthode de l'ensemencement des spores du sol (sable et vase) dans des boîtes de Pétri sur le milieu Gauze I. Après leur développement, on les a cultivés sur le milieu Gauze II.

On a identifié les Actinomycètes isolés d'après la détermination de GAUZE et KRASILNIKOV. Selon ceux-ci, les Actinomycètes se répartissent dans les sections suivantes : *Lavandulae-roseus*, *Fradie*, *Fuscus*, *Roseoviolaceus*, *Ruber*, *Helvolus*, *Albus*, *Albosporeus*, *Coerulescens*, *Griseus*, *Nigrescens*, *Aureus*, *Chrysomallus*, *Chromogenes*, *Violaceus*. Les Actinomycètes mis en évidence dans les prélèvements analysés s'encadrent dans les sections suivantes : *Albus*, caractérisé par le mycélium aérien blanc et celui du substratum incolore, *Helvolus*, caractérisé par le mycé-

lium aérien jaunâtre, *Lavendulae-roseus*, caractérisé par le mycélium aérien rose, différemment nuancé, et le mycélium du substratum incolore, *Griseus*, caractérisé par le mycélium aérien gris et celui du substratum incolore, sur milieu Gauze I.

Pour déterminer les espèces, on a fait des observations sur l'aspect et la couleur des mycéliums, aérien et de substratum, dans des cultures en milieu minéral Gauze I et organique Gauze II; puis, sur la pigmentation du milieu; sur l'aspect microscopique, enfin: morphologie des sporangiophores et des spores; et réalisé, en outre, quelques analyses biochimiques (développement sur le lait, la gélatine, l'amidon, la pomme de terre, la cellulose, le milieu à nitrates, le saccharose, etc. (Tableau N° II).

Les huit espèces d'Actinomycètes, présentes dans les quatre lacs d'origine glaciaire, que nous avons déterminées sont:

Actinomyces candidus Krasilnikov, isolé d'un mélange de vase et de sable (lacs Galesul, Bucura et Surianul).

Actinomyces albidoflavus Duché, isolé d'un mélange de vase et de sable (lac Galesul).

Actinomyces griseus Krainski, isolé de la vase des lacs Galesul, Bucura et Zanoaga.

Actinomyces globisporus Krasilnikov, isolé de la vase des lacs Bucura et Zanoaga.

Actinomyces longisporus Krasilnikov, isolé de la vase et du sable du lac Zanoaga.

Actinomyces roseolus Gauze, isolé de la vase du lac Zanoaga.

Actinomyces mirabilis Ruschmann et *Actinomyces annuulatus* Beijerinck, isolés uniquement du lac Surianul, le premier de la vase, le second du sable.

Dans le tableau N° III est mentionnée la répartition numérique des groupes et des espèces d'Actinomycètes isolés des lacs d'origine glaciaire étudiés (pourcentage compris).

On n'a pas rencontré dans les vases et les sables de ces lacs les Actinomycètes pigmentés des groupes *Ruber*, *Roseoviola-ceus*, *Chromogenes*, *Violaceus* et autres. Leur absence pourrait être liée aux conditions d'anaérobiose, explication valable si l'on prend en considération l'hypothèse de WAKSMAN relative au rôle des pigments dans la respiration des Actinomycètes.

TABLEAU II

Caractérisation des espèces d'Actinomycètes isolées et déterminées, d'après GAUZE.

	Prélèvements	Aspect cultural en milieu minéral (Gauze I)	Aspect cultural en milieu organique (Gauze II)	Aspect microscopique	Qualités biochimiques					
					Lait	Gélatine	Amidon	Saccharose	Cellulose	Nitrates
<i>Actinomyces candidus</i> 1 Krasilnikov	Galesul	Mycélium aérien blanc, velouté. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien blanc. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Sporophores droits, spores ovales.	Peptonise et coagule.	Liquéfie.	Hydrolyse modérément.	Ne fermente pas.	Faible développement.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces candidus</i> 2	Bucura	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	Liquéfie faiblement.	<i>Idem</i>	Fermente.	<i>Idem</i>	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces candidus</i> 3	Surianul	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	Liquéfie fortement.	<i>Idem</i>	Ne fermente pas.	Ne se développe pas.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces albido-flavus</i> Duché	Galesul	Mycélium aérien blanc jaunâtre. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien faiblement développé. Mycélium du substratum incolore. Ne colore pas le milieu.	Sporophores spiralés, ayant un nombre de spores variable (3-7), spores ovales.	Peptonise et coagule.	Liquéfie.	Hydrolyse fortement.	Ne fermente pas.	Ne se développe pas.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces griseus</i> 1 Krainski	Galesul	Mycélium aérien gris, aspect farineux. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien se développant lentement, blanc-gris. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Sporophores spiralés, spores sphériques et ovales.	Peptonise et coagule.	Liquéfie fortement.	Hydrolyse fortement.	Fermente.	Se développe.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces griseus</i> 2 Krainski	Bucura	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	Liquéfie faiblement.	<i>Idem</i>	Ne fermente pas.	Se développe.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces griseus</i> 3 Krainski	Zanoaga	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	Liquéfie faiblement.	<i>Idem</i>	Fermente.	Ne se développe pas.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces globisporus</i> 1 Krasilnikov	Bucura	Mycélium aérien jaunâtre avec teinte verdâtre, farineux. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien blanc grisâtre tirant sur le crème, farineux. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Sporophores droits, spores ovales.	Peptonise.	Liquéfie fortement.	Hydrolyse.	Ne fermente pas.	Faible développement.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces globisporus</i> 2 Krasilnikov	Zanoaga	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>	Ne se développe pas.	Réduit.
<i>Actinomyces longisporus</i> Krasilnikov	Zanoaga	Mycélium aérien blanc, avec le temps prend une teinte légèrement jaunâtre. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien très faiblement développé, blanchâtre. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Sporophores spiralés, spores ovales.	Peptonise et coagule.	Liquéfie.	Hydrolyse faiblement.	Fermente.	Faible développement.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces roseolus</i> Gauze	Zanoaga	Mycélium aérien rose clair, velouté. Mycélium du substratum incolore. Ne colore pas le milieu.	Mycélium aérien rose clair. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Sporophores droits, spores ovales.	Peptonise.	Liquéfie fortement.	Hydrolyse faiblement.	Ne fermente pas.	Bon développement.	Ne réduit pas.
<i>Actinomyces mirabilis</i> Ruschmann	Surianul	Mycélium aérien blanc, avec le temps prend une teinte rose jaunâtre. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien très faiblement développé, blanc. Mycélium du substratum foncé: jaunâtre foncé tirant sur le brun. Pigmente le milieu en brun.	Sporophores droits, spores ovales allongées.	Ne coagule pas et ne peptonise pas le lait.	Liquéfie.	Hydrolyse.	Fermente.	Bon développement.	Réduit très faiblement.
<i>Actinomyces annulatus</i> Beijerinck	Surianul	Le mycélium aérien se développe en cercles concentriques blancs. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Mycélium aérien blanc. Mycélium du substratum incolore. Ne pigmente pas le milieu.	Sporophores spiralés, spores sphériques.	Peptonisation faible.	Liquéfie faiblement.	Hydrolyse.	Fermente.	Se développe.	Ne réduit pas.



TABLEAU III

Répartition des groupes et des espèces d'Actinomycètes dans les prises de sable et de vase analysées.

Prélèvements	Nombre d'Actinomycètes isolés	Dénomination de la section	Dénomination de l'espèce	Nombre des espèces d'Actinomycètes isolées	% du nombre total
Galesul (sable)	39	Albus	<i>Actinomyces candidus</i>	13	25,6 %
			<i>Actinomyces albidoflavus</i>	10	33 %
			<i>Actinomyces griseus</i>	16	41 %
Bucura (vase)	56	<i>Griseus</i> <i>Helvolus</i> Albus	<i>Actinomyces griseus</i>	25	44,6 %
			<i>Actinomyces globisporus</i>	17	30,4 %
			<i>Actinomyces candidus</i>	14	25 %
Bucura (sable)	35	Albus	<i>Actinomyces candidus</i>	35	100 %
Zanoaga (vase)	74	Albus <i>Helvolus</i> <i>Griseus</i> <i>Lavandulae-roseus</i>	<i>Actinomyces longisporus</i>	30	40,7 %
			<i>Actinomyces globisporus</i>	18	24,3 %
			<i>Actinomyces griseus</i>	15	20,2 %
			<i>Actinomyces roseolus</i>	11	14,8 %
Zanoaga (sable)	40	Albus <i>Griseus</i>	<i>Actinomyces longisporus</i>	28	70 %
			<i>Actinomyces griseus</i>	12	30 %
Surianul (vase)	26	Albus	<i>Actinomyces mirabilis</i>	15	57,6 %
			<i>Actinomyces candidus</i>	11	42 %
Surianul (sable)	17	Albus	<i>Actinomyces annulatus</i>	17	100 %

Détermination de l'action antagoniste des Actinomycètes isolés.

Après avoir détecté les Actinomycètes et les avoir obtenus à l'état pur, nous avons estimé qu'il était nécessaire de déterminer aussi l'action antagoniste sur certaines bactéries et un nombre moindre de champignons (Tableau N° IV).

Afin de mettre en évidence l'antagonisme microbien, nous avons appliqué la méthode quantitative qui permet d'établir l'abondance des substances antibiotiques produites. Parmi les

méthodes quantitatives c'est celle des « rondelles » d'agar qui est la plus employée. Elle a pour principe la diffusion en milieu nutritif agarisé de la substance antibiotique élaborée par l'Actinomycète antagoniste et, comme conséquence, la formation, autour de la colonie antagoniste, d'une zone d'inhibition du germe-test (spectre antimicrobien).

Nous avons ensemencé les Actinomycètes isolés dans du « gazon » sur la surface de deux milieux : milieu minéral Gauze I et milieu à moût de bière gélosé.

Après une période d'incubation de 7 jours à 27° C nous avons coupé, avec le perforateur de bouchons, les rondelles de la culture développée (riche en spores largement répandues à la surface de l'agar). Ces rondelles ont été déposées, au moyen de Ø de 10 cm, à la surface du milieu réparti dans les boîtes de Pétri qui avaient été, au préalable, ensemencées — après refroidissement — avec une suspension aqueuse de la bactérie ou du champignon-test; l'excès a été ensuite enlevé avec une pipette Pasteur. Dans le cas des bactéries, il s'agissait d'une culture de 24 heures, et, dans le cas des champignons, des conidies, en milieu Czapek. L'ensemencement effectué, les récipients avaient été maintenus 30' au thermostat, le couvercle entrouvert afin de favoriser l'assèchement de la surface de l'agar, et, d'autre part, pour que les germes entrent dans la phase de « lag ». Les 30' passées on avait sorti les boîtes de Pétri du thermostat. Nous avons laissé ainsi pendant 24 heures à la température optimum pour le développement de la bactérie-test; les champignons y sont restés 3-4 jours. Du tableau N° IV, on peut déduire que, en général, les Actinomycètes isolés dans la vase présentent une faible action antagoniste, plutôt sporadique sur les bactéries, ce qui s'expliquerait par leur isolement séculaire, dans un milieu dépourvu de bactéries.

Les trois catégories de microorganismes : bactéries, Actinomycètes et autres champignons du sol se développent mieux dans la vase que dans le sable, c'est-à-dire dans un milieu riche en substances organiques et en azote (Tableaux N°s I et III).

On peut remarquer dans le premier que le développement des Actinomycètes est directement proportionnel à la quantité de substances organiques de la vase; de même le nombre de bactéries est en proportion avec la quantité de substances organiques de la vase (lacs Bucura, Surianul, Zanoaga).

TABLEAU IV

L'antagonisme entre les Actinomycètes et les bactéries et quelques champignons du sol.

Prélèvements	Antagonistes %	Dénomination des antagonistes	MICROORGANISMES-TESTS.								
			<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>B. coli</i>	<i>B. megaterium</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. cereus</i>	<i>B. mesentericus</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
Galesul (sable et vase)	24	<i>Actinomyces griseus</i>	+	0	+	+	+	+	+	0	0
		<i>Actinomyces candidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Actinomyces albidoflavus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bucura (vase)	47	<i>Actinomyces griseus</i>	+	0	0	0	0	+	0	0	0
		<i>Actinomyces globisporus</i>	+	0	0	0	0	0	0	+	+
		<i>Actinomyces candidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bucura (sable)	0	<i>Actinomyces candidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zanoaga (vase)	38	<i>Actinomyces longisporus</i>	+	+	+	+	+	0	+	0	0
		<i>Actinomyces globisporus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		<i>Actinomyces griseus</i>	+	0	0	+	+	0	0	0	0
		<i>Actinomyces roseolus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zanoaga (sable)	12	<i>Actinomyces longisporus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Actinomyces griseus</i>	+	0	0	+	+	+	+	+	+
Surianul (vase)	40	<i>Actinomyces mirabilis</i>	0	+	+	+	+	+	+	0	0
		<i>Actinomyces candidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surianul (sable)	0	<i>Actinomyces annuulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Conclusions.

Dans le dépôt organique (vase) et minéralogique (sable) des lacs d'origine glaciaire du massif de Retezat et des monts du Sebes de notre pays on a isolé, déterminé, et étudié du point de vue morpho-biochimique, huit espèces d'Actinomycètes qui appartiennent aux groupes *Albus*, *Griseus*, *Lavandulae-roseus*, *Helvolus*. On a encore fait — également — des observations relatives aux antagonismes entre les Actinomycètes que nous avons découverts et les bactéries des genres *Bacillus* et *Mycobacterium*; l'antagonisme avec les champignons (*Fusarium* et *Penicillium*) ayant été moins remarqué.

Ceux du groupe *Albus*, rencontrés dans la vase, se caractérisent par un antagonisme faiblement prononcé, tant par le pourcentage de leur présence que par l'intensité de leur action exprimée par le volume du spectre antimicrobien qui constitue de petites zones ne dépassant pas 14 mm; les rondelles employées ont un diamètre de 10 mm (en raison de leurs conditions de vie) (Tableau N° IV).

BIBLIOGRAPHIE

1. KEDZIOR D. — *Über eine thermophile Cladothrix*. Arch. hyg., 1896, 27 (328-338).
2. POTTER L. F. and BAKER G. E. — *The microbiology of Flathead and Rogers Lakes, Montana. I. Preliminary survey of the microbial populations*. Ecology, 1956, 37 (371-355).
3. GAUZE G. F. — *Voprosi klasifikatii aktinomitelov antagonistov*. Medighiz, Moscova, 1957.
4. MALACEA I. — *Natura Seria Biologie*, 1956, anul VIII, Nr. 6 (72-84).
5. KRASILNIKOV N. A. — *Spravočnik po klasifikatii bakterii i aktinomitelov*. Izd. Akad. Nauk S.S.S.R., Moscova, 1949 (830).
6. — *Actinomiteli antagonisti i antibioticeskie vescestva*. Izd. Akad. Nauk S.S.S.R., Moscova, 1950.
7. KRAÜTER T. — *Verhandlungen und Mitterlungen des Siebenbürgvereins für Naturwisswnchaften zu Hermannstadt. 1929/1930*, Bd 79/80 (10-85).
8. MORUZI C. — *Analele Româno-Sovietice*, 1958. Seria Biologie, anul II, seria III, Nr. 2 (31-52).
9. PISOTA I. — *Natura Seria Geografie-geologie*, 1964, anul VIII, Nr. 6 (21-30).
10. WAKSMAN S. A. — *Actinomycetes and their Antibiotics*. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1953.
11. — *The actinomycetes*. The Williams & Wilkins Co., Baltimore, 1959 (327).

(Laboratoire de Botanique générale
de l'Université de Bucarest et Institut de recherches
pour les céréales et les plantes techniques.)

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES



Ola'h G.-M. — Le genre *Panaeolus*, essai taxinomique et physiologique. *Revue de Mycologie, mém. hors-série n° 10*, Paris, 1969. 273 pages, 16 figures au trait, 13 planches de macro et microphotographies en noir, et 3 de photographies en couleurs. Une pochette de cartes perforées.

Après une préface de M. Roger HEIM, et deux Avant-propos de l'Auteur, celui-ci traite successivement de la position taxinomique et des affinités du genre *Panaeolus*, rappelle les diverses classifications proposées et fait un historique de nos connaissances sur la toxicité de certaines espèces; puis il propose ses solutions personnelles, traite de la répartition géographique et de l'écologie du genre. Le chapitre suivant, le plus original et le plus important, illustré de nombreux tableaux et graphiques, expose les recherches de l'A. sur la culture et la physiologie des *Panaeolus* et formes voisines, comme l'avait fait M. Roger HEIM sur les *Psilocybe* hallucinogènes du Mexique; il précise les espèces du genre qui renferment les mêmes substances indoliques hallucinogènes, avec dosages à l'appui, et en tire des conclusions taxinomiques.

La partie descriptive comprend quelques généralités sur les caractères importants des *Panaeolus*, spécialement d'ordre chimique; une clé analytique la précède, complétée par 20 fiches perforées sur les bords, chaque perforation correspondant à un caractère; en y introduisant une longue aiguille et les secouant, on fait tomber toutes les fiches des espèces qui présentent le caractère en question; on recommence avec ces dernières, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus qu'une, qui — théoriquement — vous fournit le nom cherché. Ce qui ne manquera pas de séduire les esprits épris de nouveautés; mais nous avouons préférer de beaucoup les bonnes vieilles clés classiques!

Sur le plan taxinomique, grâce à ses recherches chimiotauxinomiques, l'A. a confirmé de façon définitive que les *Panaeolus* appartenaient sans conteste aux Strophariacées, ce qui nous a causé une grande satisfaction, car la présence de chrysozystides typiques chez certains *Panaeolus* nous avait fait aboutir à la même conclusion (voir nos Atlas des Champignons). D'autre part, l'A. a montré l'inutilité de conserver le rang de genres à des coupures telles qu'*Anellaria*, *Copelandia*, *Panaeolina*, contrairement à l'avis de SINGER, lesquels, pra-

tiquement, ne se distinguent du gros de la troupe que par un seul caractère, de valeur relative, anneau, cystides à parois épaissies, verruculosité des spores. On ne saurait trop lutter contre cet esprit d'analyse poussé à l'extrême, qui aboutit à une multiplication de petits genres encombrant inutilement la mémoire.

Sur le plan spécifique, l'A. a classé les Panéoles en trois catégories selon la présence constante, l'absence, ou la présence inconstante et faible de corps hallucinogènes; mais il tient compte naturellement en première ligne des caractères botaniques. Il a ainsi distingué, du monde entier, 20 espèces, dont 13 européennes. Toutes sont décrites sans longueurs inutiles, mais avec précision; ces descriptions sont souvent accompagnées de dessins et de photographies, et même de microphotographies (malheureusement trop souvent groupées par planches à la fin de l'ouvrage). L'A. s'est attaché à distinguer, à l'aide de figures, les divers types de cystides et surtout de cuticules: il a démontré à cet égard l'inexactitude partielle du travail, déjà ancien, de GODFRIN qui avait cherché à établir des distinctions entre les cuticules monostrates, bistrates, polystrates; nous avons nous-même reconnu depuis longtemps que cette structure dépendait de l'âge des carpophores et de l'endroit précis du chapeau où l'on réalisait la coupe, et qu'on ne pouvait en tirer rien de bien solide. Mais nous regrettons que l'A. n'ait pas clairement défini par une petite diagnose les différents types distingués: nous avouons que ses seules figures ne nous ont pas permis de comprendre très bien en quoi certains se distinguaient de leurs voisins, d'autant que presque toutes les cellules cuticulaires sont représentées presque sphériques, alors qu'elles sont fréquemment claviformes ou sphéropédonculées, d'après nos observations, et même d'après les propres microphotographies de l'A. Nous pensons donc que c'est surtout d'après la forme des poils, leur niveau d'insertion, que les types cuticulaires sont distingués, mais alors nous aurions bien aimé que, dans le texte, les dimensions de ces poils fussent plus souvent indiquées, car nous en avons observés de taille très diverse selon les espèces.

Le mycologue français sera un peu surpris de ne pas trouver une seule espèce, sinon nouvelle, du moins « non classique », car il en reste sans aucun doute un certain nombre à décrire, surtout chez les petites non fimicoles des groupes *acuminatus* ss. Rick. et *ater*: nous en avons personnellement plusieurs dans notre Herbier et nos notes inédites, par exemple *P. olivaceus* Moeller, ou encore une espèce carbonicole voisine du *microsporus* Ola'h, mais sans cystides faciales, etc. Cette lacune s'explique sans aucun doute en ce que l'auteur n'habite pas l'Europe, et n'a pu en connaître la flore qu'imparfaitement, à travers les échantillons d'herbier. Nous ne saurions le lui reprocher! Mais il est évident que, dans ce cas, le système de la carte perforée aboutit à des résultats étranges! D'autant plus qu'il

faut partir de la dimension des spores pour introduire l'aiguille dans un premier trou; or les douze catégories distinguées, bien que reposant sur une minutieuse étude biométrique, se chevauchent trop souvent entre elles pour que l'on n'ait pas à hésiter longuement sur la perforation à choisir. La clé analytique, qui part de caractères beaucoup moins quantitatifs, présence ou absence d'anneau ou de cystides faciales, ornementation sporale, aspect et couleur du chapeau, est beaucoup plus satisfaisante.

Quant à la nomenclature, elle est heureusement très classique, et l'A., avec sagesse, a renoncé à exhumer des « fossiles » oubliés depuis 150 ans dans les cimetières de la littérature mycologique, comme le font à tour de bras trop de nos contemporains, pour s'en tenir à une sage tradition. Nous l'approuvons entièrement d'avoir donné au *P. campanulatus* ss. Kühner de la « Flore Analytique » le nom de *retirugis*; mais nous ne pouvons le suivre lorsqu'il donne celui de *campanulatus* au *papilionaceus*, ce dernier devenant synonyme du premier. C'est le contraire qu'il aurait fallu faire, car l'*Agaricus campanulatus* des vieux auteurs restera éternellement une espèce douteuse : il est impossible que ce soit celle de FRIES, qui s'applique à un champignon à chapeau strié, campanulé, et surtout dont la marge n'est pas sensiblement appendiculée! On comprend que R. KÜHNER le soupçonne de correspondre en réalité au *P. acuminatus* ss. Ricken. Au contraire, le *P. papilionaceus* n'a jamais été une espèce douteuse : dès l'origine, les auteurs ont en effet indiqué son caractère fondamental : le chapeau tendant, non à se rider comme *retirugis*, mais à se crevasser, et nous pouvons affirmer que ce n'est nullement sous l'effet d'une dessiccation excessive; il s'agit d'un phénomène normal, dû sans doute à la structure cuticulaire.

Mais tout cela n'est que peu de chose, et n'ôte rien à la valeur de ce beau travail : nous avons là une excellente monographie, qui donne l'exemple des méthodes que doivent dorénavant appliquer les mycologues s'ils veulent vraiment faire progresser de façon solide la systématique mycologique, encore inachevée. Les seuls critères fournis par l'observation des caractères botaniques, macro ou microscopiques, ne suffisent plus. Comme nous l'avons développé dans une conférence faite à l'Assemblée générale de la Société mycologique de France en 1948 et reproduite en tête du Tome III de notre *Nouvel Atlas des Champignons* (Bordas édit.), il faudra de plus en plus recourir aux caractères biologiques, physiologiques, chimiques surtout. Déjà M. Roger HEIM, M. Robert KÜHNER, et leurs collaborateurs, se sont résolument engagés dans cette voie, qui est à coup sûr celle de l'avenir. Le présent travail de M. OLA'H sera certainement considéré comme une de ses étapes importantes.

H. ROMAGNESI.

Karling John S. — The Plasmodiophorales (Second completely revised edition). XIII + 256 p., 17 fig., 23 pl. et 3 tabl. texte, New York et Londres (Hafner publishing Company ed.), 1968.

Depuis une quarantaine d'années J. S. KARLING a consacré une part prépondérante de ses recherches aux Phycomycètes et plus particulièrement aux Chytridiales et Plasmodiophorales. Cet Auteur avait d'ailleurs déjà dressé en 1942 un bilan des connaissances de l'époque sur le dernier des deux ordres. Il le reprend aujourd'hui, sous la forme d'une deuxième édition, totalement refondue et copieusement augmentée; l'ouvrage transcrit donc un ensemble de données réunies patiemment par un spécialiste confirmé. Il comporte deux parties bien distinctes, d'importance à peu près équivalente.

Tout d'abord l'A. traite, en quatre chapitres, de la biologie et de la systématique des Plasmodiophorales. Les deux premiers, consacrés à la cytologie et aux cycles biologiques, sont accompagnés de figures extrêmement claires. Dans le chapitre trois est effectuée une étude systématique approfondie, dix genres seulement sont retenus alors que cinq autres sont exclus, tout comme de nombreuses espèces considérées comme douteuses. Chaque description générique est suivie, s'il y a lieu, d'une clé de détermination des espèces, et, pour chacune de celles-ci, sont données une description détaillée et d'excellentes illustrations groupées dans le texte sous forme de planches. Enfin un quatrième chapitre précise les conceptions de J. S. KARLING sur la phylogénie du groupe et sur ses parentés avec ses plus proches voisins, Chytridiales, Myxomycètes, etc.

Dans la seconde partie, consacrée à l'étude des dégâts causés aux végétaux par diverses Plasmodiophorales, l'A. utilise deux chapitres entiers pour faire une véritable monographie de la hernie du chou, dont l'agent est le *Plasmodiophora brassicae*; il fournit en particulier une très longue liste de Crucifères susceptibles d'être attaquées, en précisant leur degré de sensibilité spécifique. Un troisième et dernier chapitre a trait à la gale poudreuse de la pomme de terre, provoquée par *Spongospora subterranea*, et aussi à quelques affections de moindre importance économique.

Le livre est fort bien présenté, imprimé sur deux colonnes et avec une typographie agréable; une bibliographie exhaustive et deux index, par sujets et par auteurs, le terminent. Pourquoi faut-il que ce travail, qui représente une excellente et complète mise au point de nos connaissances actuelles sur un groupe difficile, soit un peu gâté par les nombreuses fautes de la bibliographie. Ici en effet toutes les indications concernant les publications en langues latines fourmillent d'erreurs, et si, comme c'est probable, les données numériques correspondantes, tomaisons, pages et années, comportent un nombre équivalent d'inexactitudes, alors les utilisateurs de cette bibliographie risquent d'éprouver maints déboires dans leurs recherches.

L. FAUREL.

Moreau C. — Moisissures toxiques dans l'alimentation. 372 p., 31 fig. *Encyclopédie mycologique*, t. XXXV, Lechevalier édit., Paris, 1968.

Si la toxicologie des Champignons de nos forêts a déjà fait l'objet de nombreux traités, aucune mise au point n'existait concernant celle des moisissures. Sans doute a-t-on maintes fois insisté sur l'effet bienfaisant des antibiotiques qu'elles élaborent, mais on a négligé le danger représenté par les dérivés toxiques produits par plusieurs d'entre elles.

Il est vrai que le développement des moisissures sur les denrées alimentaires n'avait, il y a quelques années à peine, que de faibles répercussions sur notre économie. C'est, en effet, un problème d'actualité souvent lié à l'introduction des techniques nouvelles (récolte mécanique des céréales, transport à grande distance et long entreposage des fruits et légumes, méthodes particulières de conditionnement, généralisation d'un type nouveau d'aliments pour les animaux, etc...).

Les travaux antérieurs de l'Auteur sur les altérations des produits alimentaires et la mortalité du bétail, liées à l'*Aspergillus clavatus*, ont attiré son attention quant au danger de ces intoxications. Il a donc réuni une documentation sur ce sujet (une bibliographie de plus de 1 400 titres, la plupart postérieurs à 1960, est jointe à cet ouvrage!).

Les conditions de développement, les modes de contamination et de pullulation des Champignons sur les denrées alimentaires, sont tout d'abord envisagés. Les mycotoxicoses dues à des moisissures revêtent des aspects fort variés : lésions graves du foie et des reins, actions sur le sang et la circulation sanguine, altérations du système nerveux, dermatoses, hyperkératoses, actions oestrogènes ou abortives, etc... Les mycotoxines qui en sont responsables appartiennent à diverses familles chimiques.

Les cas de mycotoxicoses actuellement connus sont successivement analysés. La description du Champignon responsable est, le plus souvent, accompagnée d'un dessin inédit; ses caractères biologiques sont mentionnés. Les propriétés chimiques des toxines d'une part, l'analyse des symptômes externes et l'histopathologie de chaque toxicose d'autre part ont retenu l'attention.

En ce qui concerne les intoxications mentionnées, une place importante revient évidemment à celles que causent l'*Aspergillus flavus* et le *Penicillium islandicum* dont les toxines sont parmi les plus puissants agents cancérigènes actuellement connus. L'utilisation possible de certaines souches de *Fusarium tricinctum* (dont la toxine détruit les leucocytes) est envisagée pour combattre la leucémie.

Le dernier chapitre, consacré aux perspectives de lutte, est essentiellement une révision des diverses méthodes de préservation des

aliments. Les idées originales de l'Auteur notamment sur les « moyens indirects de lutte » sont exposées.

La lecture de cet ouvrage intéressera non seulement les mycologues, médecins, vétérinaires, biochimistes mais aussi les toxicologues, nutritionnistes, hygiénistes, et tous ceux que leurs préoccupations rapprochent de la technologie de l'alimentation.

Ch. ZAMBETTAKIS.

Robert L. Gilbertson and Jerry McHenry. — Check list and host index for Arizona Rust Fungi, *Technical Bulletin 186*. Agricultural Experiment Station, College of Agriculture, The University of Arizona, 40 p., June 1969.

Ce petit livre de poche comprend deux listes dressées par ordre alphabétique : la première est consacrée aux Rouilles (avec les symboles classiques O, I, II, III de leurs stades évolutifs), dont les noms scientifiques sont accompagnés des noms de leurs plantes-hôtes habituelles; la deuxième, aux noms latins des plantes-hôtes sur lesquelles on peut trouver les Rouilles parasites. Il est spécialement utile et extrêmement pratique pour les étudiants qui suivent, en Arizona, des cours de mycologie et de phytopathologie à l'université.

Jo-Min YEN.

INFORMATIONS



— La Société Mycologique de France organise son Congrès annuel à Thonon-les-Bains (Haute-Savoie) du 25 août au 2 septembre 1970. Aussitôt après, du 2 au 9 septembre, se déroulera, dans le Sussex, la Session d'Automne de la « British Mycological Society ».

— Rappelons que le Danemark accueillera à Copenhague, du 18 au 25 septembre 1970, le V^e Congrès Mycologique Européen alors que l'Université d'Exeter, dans le Devon (Grande-Bretagne), prépare pour 1971 (7-16 septembre) le I^{er} Congrès Mycologique International.

— Comme chaque année auront lieu des Journées Mycologiques à Bellême (Orne) du 25 au 28 septembre 1970 et à Pau (Basses-Pyrénées) du 8 au 12 octobre suivant. Pour tous renseignements, s'adresser soit à M. Albert Leclair, 4, rue Ville-Close, 61 - Bellême, soit à M. Clément Bollé, 22, rue de Méon, 64 - Pau.

SUPPLÉMENT

A LA REVUE DE MYCOLOGIE

Chronique de l'amateur



CHAMPIGNONS D'ESPAGNE

Ne vous attendez pas à une étude exhaustive sur les Champignons de la péninsule ibérique. Tout simplement, ayant eu la chance de passer quelques jours à Tarragone au mois d'octobre, ayant eu la deuxième chance qu'il y ait plu beaucoup auparavant, et la troisième chance d'être invité à une excursion « aux champignons » dans la montagne, j'ai pu toute une journée herboriser d'une façon éminemment pittoresque, dans un paysage d'éternité, et avec des gens comme on n'en rencontre pas tous les jours.

Nous étions arrivés le matin dans un village du nom de Prades, formé d'une place carrée entourée de maisons à arcades et dans son milieu d'une fontaine ferrugineuse, à 1 000 m de haut. Les amis qui nous attendaient avaient préparé dans une vieille voiture tout un attirail mystérieux, et nous avons gagné par un chemin de mulets assez héroïque le fond d'une petite vallée. Des cultures de pommiers, de melons et d'oignons géants en occupaient les endroits favorables. Les flanes de la montagne étaient couverts de pins surtout, mais aussi de chênes verts et d'une autre espèce de chênes à feuilles très découpées dont je n'ai pu savoir le nom.

A vrai dire, ces braves gens ne s'intéressaient qu'aux Lactaires. Mais les chercher représente un travail dont on n'a guère idée dans nos forêts françaises. En effet, le sous-bois est recouvert de ronces, de cystes, de bruyères, et de chênes-kermès, qui sont de petits buissons incroyablement touffus et dont les feuilles sont piquantes comme celles du houx. Aussi ceux du pays, qui ont de l'expérience, vont-ils aux Lactaires avec de grandes faucilles très solides fabriquées uniquement pour cet usage. Avec

des yeux de lynx, ils devinent les Lactaires sous les broussailles et y pratiquent une trouée avant de retirer l'exemplaire entrevu. Autrement, il est certain qu'ils ne pourraient extraire de ce fouillis que des miettes informes.

Quels Lactaires? Sanguifluus d'abord, qui est le plus abondant, et immédiatement reconnaissable à ses teintes violacées et à son lait d'un rouge vineux. Puis notre *deliciosus* classique, notre *salmoneus*, et une autre espèce que je n'ai su nommer, dont le chapeau est identique à celui de *deliciosus*, mais dont les lamelles sont celles d'un *sanguifluus*, le pied d'un beau lilas, et le lait d'un rouge éclatant tout à fait particulier.

Ces Lactaires donnent lieu dans toute l'Espagne à une récolte passionnée, et les marchés en regorgent. Au début de notre séjour, ils se vendaient 150 pesetas le kilo, et à la fin, vu leur abondance, leur cours était descendu à 50 et même moins. C'est là-bas de loin le comestible le plus apprécié, et presque le seul qui soit récolté en masse. Toute la matinée fut occupée par cette récolte peu confortable, et nous avons eu la surprise, vers deux heures, de trouver deux de nos amis qui avaient fait un grand lit de braises et avaient installé dessus un gril à mailles fines de plus d'un mètre carré. Aussitôt les femmes se mirent en devoir de laver les Lactaires à une source voisine, puis elles les installèrent sur le gril, les arrosèrent d'huile d'olive, les salèrent, les retournèrent plusieurs fois, et, quand ils furent bien rissolés, elles les mirent sur un coin du feu dans un grand plat.

Aux Lactaires succédèrent des côtelettes d'agneau, ces agneaux espagnols à chair fondante, des saucisses et d'autres charcuteries du même ordre. Entre temps s'étaient préparées comme par enchantement des salades diverses, dont une faite de ces oignons doux si délicieux tirés tout frais d'un champ voisin. Bien entendu des olives, des anchois, puis des figues et quelques-uns de ces grands melons verts inimitables, qui ne valent rien quand on les mange en France. J'allais oublier un vin du Priorat, qui devait titrer 15 ou 16 degrés, et qui évoquait à la fois le porto et le Château-Chalon. Plus du café espagnol qui fait qu'on se demande où nos marchands de café vont chercher leur matière première.

Cette façon, je dirais ce style dans le pique-nique, suppose une longue habitude et une virtuosité peu commune. Rien à voir avec la saucissonnade du touriste français moyen. Il y a derrière

cette habileté sans défaut sans doute une longue hérédité de bergerie et de vie en plein air dont nous n'avons pas la tradition.

Pour en revenir aux Lactaires, cuits de la sorte, ils sont nettement moins mauvais qu'autrement, et les sanguifluus sont d'une qualité manifestement supérieure aux autres. Mais pour un gourmet français, ni les uns ni les autres ne justifient, semble-t-il, la passion qu'ils inspirent. Ce sont des Champignons sans parfum, et qui n'ont guère de saveur que celle de l'huile d'olive à laquelle ils servent de réceptacle, sauf une légère amertume un peu résineuse. Mais en fait de nourriture, l'habitude donne aux aliments un goût que les non-initiés ne leur trouvent pas.

L'après-midi, j'ai pu explorer des forêts plus aisées, et je suis allé d'émerveillement en émerveillement. Il y avait des Champignons partout, et des espèces superbes, d'autant plus intéressantes pour moi qu'elles sont quasi inconnues dans le nord de la France. Ou bien encore les espèces de chez nous y prennent des allures tellement inattendues qu'on a peine à les reconnaître au premier abord. Je songe à ce vulgaire *Marasmius oreades*, qui était tellement énorme que je me suis creusé la tête un bon moment, car il ne me rappelait rien. Ses 14 cm de diamètre lui donnaient un mystère inexplicable, et seule son odeur a fini par me mettre sur la voie. Les prairies — si on peut appeler ça des prairies — recélaient quantité de petites espèces, en particulier des *Clitocybes* tels que *senilis*, *parilis* et leurs voisins. Mais c'est surtout la grande forêt de pins, bien claire et sans broussailles et par conséquent négligée par les chercheurs de Lactaires, qui m'a réservé les plus belles surprises. D'abord des *Amanita verna* en abondance, des *Am. Pantherina* var. *abietum* superbes, le magnifique *Tricholoma causetta*, que je ne connaissais que par les images, avec son gros anneau membraneux qui en avait fait dans la préhistoire mycologique une Armillaire; des Cortinaires impossibles, et je crois bien n'en avoir pas déterminé plus de cinq ou six. Beaucoup de ces petits *Dermocybe* sur lesquels les plus habiles hésitent longuement, mais aussi des *Phlegmacium*s de toute beauté, et si quelques espèces qui tournent autour de *largus* m'ont été familières, beaucoup d'autres m'ont laissé rêveur, pour ne pas dire davantage. J'ai vu en particulier un grand *fulgens* tellement caractéristique que qui l'eût vu du dessus n'aurait pu se tromper. Malheureusement il avait des lamelles du plus beau violet, et nous voici dans l'inconnu.

Des Clavares aussi. *Truncata* y dessinait de beaux cercles, mais alors que la nôtre est un grand champignon, elle semblait atteinte de nanisme et ne dépassait pas 3 ou 4 cm de hauteur. J'ai eu l'étonnement de voir des gens récolter des paniers de *Cl. pallida*. Ils m'ont bien avoué qu'elle était quelque peu purgative, mais qu'ils n'y voyaient pas d'inconvénient.

Les Bolets surabondaient aussi. Quelques aereus, d'ailleurs fort recherchés, des *granulatus*, qu'on appelle là-bas des « Champignons de belle-mère », sans doute par mépris, des *luteus* en masse complètement négligés, sous des peupliers ce que je pense être le « vrai » *duriusculus*, sur lequel nous discutons encore. Et puis un autre qui m'a mis dans un cruel embarras, et dont je pense qu'il s'agit d'une espèce nouvelle, car il ne correspond à rien ni dans mes livres ni dans mes souvenirs. C'est une espèce puissante, à chapeau d'un beau rouge pourpre immuable, à tubes très fins d'un jaune éclatant, à pied énorme et bulbeux, jaune également mais velouté de rouge, à chair jaune pâle à peine bleuissante et de saveur douce. J'ai cru d'abord à un Bolet du groupe *appendiculatus*, et à quelque chose comme *regius*. Malheureusement, ce Bolet (et j'en ai vu plusieurs exemplaires) n'a pas la moindre trace de réseau. Le pied, même tout près des tubes, est absolument lisse. Qu'en feriez-vous? Je crois avoir vu à peu près tous les Bolets de notre flore, même des espèces aussi exceptionnelles que *leoninus*, *tumidus* et *sphaerocephalus*. Mais celui-là, non, je ne sais qu'en dire.

Beaucoup de Polypores également, mais classiques. Le plus beau était un exemplaire sans doute antique, mais bien vivant, de *fomes fomentarius*, un peu aberrant d'aspect, car au lieu d'être en forme de sabot de cheval comme il l'aurait dû, il était absolument plan, il avait 35 cm de rayon, et il était recouvert d'un tapis serré de mousse et de lichens d'un effet saisissant. Nos amis l'ont emporté comme objet de haute décoration.

Il est probable que cette excursion trop brève m'aurait bien plus appris si j'avais pensé à apporter avec moi ma bible, je veux dire Kühner et Romagnesi (et j'oubliais toutes sortes de Russules impossibles) mais cette herborisation était tellement improvisée et inattendue que je n'avais pas pris les précautions élémentaires. D'autre part les ouvrages de vulgarisation mycologique que j'ai trouvés en espagnol ne m'ont été d'aucun secours. Ils m'ont tous paru d'une médiocrité extrême.

En tous cas, je me promets bien, si le temps le permet l'an prochain, d'aller à la bonne saison faire un séjour dans la délicieuse « posada » de Prades, au cœur d'une Catalogne intacte, ignorée de la marée des touristes et des barbares, parmi des gens dont l'hospitalité est la seconde nature sinon la première, dans un paysage merveilleux, avec à portée de la main une source revitalisante, des forêts variées et surprenantes, des terrains de toute espèce, et je ne sais quoi d'aimable et de sauvage à la fois dont la saveur est unique au monde.

Et puis, si je tire une leçon de cette petite aventure, c'est que, même quand on croit savoir un peu quelque chose, il suffit de changer de terroir et de climat pour mesurer son immense ignorance. Tout mycologue qui aurait tendance à la vanité prend là un encouragement à l'humilité, ou au moins à la modestie. En effet, il m'arrive dans mes propres forêts de tomber de temps en temps sur une énigme. Mais là, en quelques heures, c'est cent énigmes auxquelles je n'ai pas su répondre. Les gens du pays ont trouvé que je subtilisais d'une façon incompréhensible quand j'ai voulu leur faire saisir les différences entre leurs Lactaires. Qu'auraient-ils dit s'ils avaient su quelles étaient mes hésitations à propos d'espèces dont ils s'étonnaient que je pusse me pencher pour les regarder de près ! Leur sagesse ne va pas plus loin que ce qui peut se mettre sur le gril. Je ne sais si la nôtre, qui met sur le gril notre cervelle à propos de créatures insignifiantes pour les simples mortels, est plus juste. Mais on ne se refait pas, et, tant qu'il restera au monde une espèce sur laquelle nous ne pourrons pas mettre un nom, nous savons bien que nous ne trouverons pas le repos. Ce n'est pas non plus sans noblesse.

G. BECKER.



Chronique mexicaine



Du côté des Rocheuses...

Dans une pénétrante et élogieuse analyse du livre récent de R. G. WASSON, *Soma, Divine Mushroom of Immortality*, New York, 1968 (1), — la plus remarquable et la plus personnelle qui ait été écrite sur ce magistral sujet —, M. Claude LÉVI-STRAUSS, après avoir réservé une place de choix à l'Amanite tue-mouche, vedette du thème développé par WASSON sur la nature de la célèbre boisson védique, et aux « ingénieuses spéculations » de cet auteur, a livré toute une série de données nouvelles sur le rôle des champignons dans la thérapeutique, les croyances et la mythologie (2). Le lecteur, attiré par ce domaine révélé depuis peu d'années et auquel s'applique l'appellation d'ethnomycologie, découvrira dans cet exposé de l'éminent ethnologue bien des raisons d'attention, et le bref commentaire que nous lui consacrons ici incitera certainement davantage les mycologues intéressés par autre chose que la pure systématique à pénétrer, en se reportant au texte, dans le détail de cette contribution.

En Amérique du Nord, région que connaît particulièrement M. LÉVI-STRAUSS, c'est surtout à l'Ouest des Rocheuses que les informations recueillies par lui sont nombreuses.

Les Salish de la côte du Pacifique « ne dédaignaient pas de nommer des clans ou des individus d'après des champignons d'arbres ». Aliments, teinture, onguent, emplâtres, savon, revêtement corporel tonifiant, voire talisman, en étaient les usages. Cl. LÉVI-STRAUSS mentionne l'association de certains champignons avec l'écho : les champignons entendent les sons et les répètent, sans doute parce qu'ils ressemblent parfois à des oreilles. Pour les Menomini, proches des Algonkins, un Polypore croissait d'un seul coup une fois par an et proférait à cette occasion un appel sonore comme un humain. « Aussi le respectait-on à l'égal d'un puissant esprit » (L.-S., p. 14).

(1) Voir *Revue de Mycologie*, T. XXXIV, p. 84, 95, 1969.

(2) Cl. LÉVI-STRAUSS. — Les champignons dans la culture. À propos d'un livre de M. R. G. WASSON. *L'Homme, Rev. franç. d'anthropologie*, X, 1, p. 5, 1970.

Objets de cueillette, comme chez les Lissongos en Centrafrique, les Tanala à Madagascar, les Kuma et les Gadsup en Nouvelle-Guinée (3), ils font aussi partie de l'aliment des morts chez les Ojibwa, voisins des Iroquois (L.-S., p. 15), et chez les Cheyenne ils sont nourriture de disette.

Mais LÉVI-STRAUSS aborde à son tour « les champignons d'occurrences célestes ou météorologiques ». On sait que depuis l'Antiquité, ils ont été considérés parfois comme les fruits terrestres de la foudre (nous avons signalé aussi cette croyance chez les Betsimisaraka de l'Est de Madagascar (4). De même, les Salish de la côte du Pacifique attribuent leur origine au tonnerre (L.-S., p. 15). Cette documentation est enrichie de plusieurs exemples inédits que cite M. LÉVI-STRAUSS : ainsi, « les tribus du Haut Missouri associaient les champignons aux étoiles » et « les Toba du Chaco argentin à l'arc-en-ciel ». Cette double allusion vient rejoindre les résultats de l'expédition qu'en 1967 nous avons réalisée avec R. Gordon WASSON en Orissa et dans le Bihar, près du golfe du Bengale, chez les Santals (5) qui considèrent trois ou quatre espèces de champignons souterrains appelés *putka* comme des espèces animées, pareillement aux animaux et aux planètes, alors que toutes les autres espèces fongiques, dites inanimées, rejoignent les végétaux et les minéraux. Une relation avec la foudre, et peut-être l'arc-en-ciel, s'applique à ces concepts. Il est à noter encore, parmi toutes les acquisitions que nous livrent les enquêtes de M. LÉVI-STRAUSS, la croyance, chez les Eskimos, d'une action de certains champignons, par contact sur les mains, d'où résulterait une atrophie de celles-ci. Mentionnons que chez les Lissongos de Centrafrique, certaines Collybies, proches du *Collybia erythropoda*, sont réputées comme provoquant des démangeaisons rappelant la gale (6).

Les relations entre les champignons et les excréments — notamment les excréments —, fréquentes dans les citations qui forment la nomenclature mycologique française et italienne, se retrouvent encore en Nouvelle-Guinée. M. LÉVI-STRAUSS y adjoint quelques exemples venus de l'Amérique du Nord.

(3) R. HEIM. — *Sciences*, juillet 1963, p. 25; *Arch. du Muséum*, 6^e sér., XIII, p. 533, 1935; *Cah. du Pacifique*, 6, p. 121, 1964; 6, p. 3, 1964 (avec R. G. WASSON); *ibid.*, 7, p. 7, 1965; *ibid.*, 14 (sous presse), 1970.

(4) *Loc. cit.*, *Arch. du Muséum*, 1935.

(5) *Loc. cit.*, *Cah. du Pacifique*, 1970.

(6) *Loc. cit.*, *Sciences*, p. 25.

C'est ainsi qu'à cette analyse d'un livre qui constituera une étape s'ajoute une précieuse contribution aux données qui font entrer les champignons dans le monde magique et mythique des végétaux dits inférieurs. M. LÉVI-STRAUSS ne manque pas en terminant d'écrire que ces exemples s'ajoutent à tous ceux qui montrent que « la pensée indigène transfère à l'ordre surnaturel des êtres ou des savoirs jadis réels, mais dont, pour des raisons historiques ou géographiques, la société a perdu l'usage pratique, sans renoncer à concilier, sur le plan de l'idéologie, la mémoire qu'elle en conserve avec leur jouissance révolue ». La synthèse, qui viendra un jour des faits ethnomycologiques et des coutumes qui les caractérisent, dont les survivances sont encore présentes, dispersées dans le monde, mettra en exergue cette pensée profonde.

Roger HEIM.



Les caractères qui régissent la classification des Ustilaginales

Par CH. ZAMBETTAKIS.



Les USTILAGINALES se caractérisent par la présence de probasides internes qui constituent, à maturité, des masses de spores compactes ou poudreuses, seules parties visibles de ces Champignons. Elles représentent l'ordre le plus inférieur de la classe des Basidiomycètes parmi les lignées adaptées au parasitisme obligatoire.

Le mycélium végétatif est formé d'hyphes incolores, cloisonnées, intramatricielles, pourvues de suçoirs; ces filaments, rarement répandus dans tous les organes de la plante parasitée, restent le plus souvent localisés au voisinage des tissus infectés.

La fructification résulte d'une agglomération de ces filaments en masses fertiles, se transformant en *spores* dont l'ensemble constitue les *sores*. Ces derniers sont le plus souvent de teinte foncée et d'aspect varié, localisés à un organe de l'hôte ou dispersés en pustules sur une grande partie de la plante infectée.

Les hyphes sporifères disparaissent dans la masse du sore au fur et à mesure de la maturation des spores. Chez certaines espèces, on trouve quelques restes de ces filaments, appendices, cellules avortées ou stériles, mucilage entre les chlamydo-spores fertiles.

Les masses des spores sont dures ou poudreuses, sclérotiques ou lâches, nues ou entourées d'une membrane formée par l'hôte ou par leur mycélium; ce dernier devient, ainsi, le *péridium*. La constitution des sores peut présenter tous les intermédiaires entre les formations citées précédemment et caractérise le genre d'une Ustilaginée.

Les *probasides* sont des spores unicellulaires à membrane épaisse, appelées, à tort, chlamydo-spores; elles naissent le long

des filaments sporigènes, isolées, groupées, intercalaires ou terminales. Leur formation peut être centripète ou centrifuge selon la disposition des hyphes sporigènes.

La systématique des USTILAGINALES repose sur l'aspect des sores et des spores et sur leurs caractères anatomiques (couleur, dimensions, ornements), biologiques (germination, parasitisme, sexualité), ainsi que sur les réactions de l'hôte envahi (nanisme, castration, tumeurs, gales, etc.).

CARACTÈRES ANATOMIQUES COLLECTIFS :

Chaque caractère anatomique des charbons et des caries concerne un petit ou un grand nombre d'espèces et sert à différencier un ou plusieurs genres. Parfois, il reste spécifique pour une seule Ustilaginée. La formation des spores isolées ou en glomérules, leur nombre dans le glomérule, la présence d'un périidium externe, sa forme — sorte de cortex du sore, ou coque —, la naissance des spores à partir d'une columelle centrale dans la masse charbonneuse, l'aspect des cellules hyalines et stériles entre les spores fertiles et foncées, tels sont les caractères d'ordre collectif chez les Ustilaginales. Ils aident à la classification des genres, mais ils sont insuffisants pour la détermination de ceux-ci.

D'autres particularités chez les sores et les spores déterminent certains genres : ainsi, les appendices hyalins de grande longueur qui accompagnent les spores caractérisent le genre *Neovossia*; la présence d'hyphes stériles, semblables à un élatère, entremêlées avec les spores caractérise le genre *Farysia*; l'existence simultanée des spores hétéromorphes (les unes à cellule pâle ou brune, les autres à deux cellules brunes en glomérule) déterminent le genre *Mundkurella*; le périidium sporifère générateur des spores à formation centripète définit le genre *Crozalsiella*; la présence de petites cellules (ou restes de cellules) hyalines, étroitement adhérentes aux régions polaires des spores, détermine le genre *Tranzscheliella*, etc.

On dispose d'un moins grand nombre de caractères morphologiques chez les Ustilaginales que chez les Urédinales du fait de leur cycle biologique plus simple. On ne peut, donc, se fier uniquement à la morphologie, les caractères biologiques ayant une valeur appréciable.

L'identification d'un charbon reste souvent impossible si l'on ne dispose d'aucun renseignement sur l'identité de l'hôte.

Ainsi, SAVILE recueillit sur une jeune Composée l'*Entyloma compositarum*; lorsque l'hôte fut complètement développé et reconnu comme *Lobelia inflata*, le charbon récolté devint *Entyloma lobeliae*.

Nous nous limiterons, dans cette étude, aux caractères indispensables à la distinction des genres d'Ustilaginales et aux caractères spécifiques.

CARACTÈRES ANATOMIQUES SPÉCIFIQUES :

Ces caractères aident à reconnaître une espèce parmi les Ustilaginées du même genre. Il s'agit des caractères micrométriques et de ceux qui concernent la couleur, l'épaisseur et l'ornementation de la membrane sporale.

Dans le passé, ces particularités micrométriques avaient une valeur taxinomique prépondérante : ainsi, les spores des *Tilletia* mesurent plus de 15 μ de diamètre, celles des *Ustilago* moins. On connaît, pourtant, des *Ustilago* à grandes spores (*U. sesleriae* Viennot-Bourgin).

La couleur joue un rôle pour la différenciation entre les sores, c'est-à-dire la masse sporifère, entre les spores fertiles, les spores stériles, entre les hyphes et entre les péridiums. Cette teinte vire du brun clair (certains *Entyloma*) au noir (*Melanotaenium*) pour le sore et la spore fertile, de l'aspect hyalin incolore au jaune clair pour les spores stériles (*Tilletia*, *Tubercinia*, etc.).

L'ornementation sporale reste, enfin, le caractère microscopique indispensable, mais combien souvent difficile et fugace. Cette ornementation est assez variable pour l'ensemble des Ustilaginales, mais fixe pour chaque espèce.

La systématique des espèces d'un même genre est liée plutôt à l'ornementation sporale qu'aux caractères micrométriques : ainsi, les sous-espèces d'*Ustilago violacea* sensu lato se différencient par les variations du diamètre de la spore, mais l'aspect réticulé de la membrane reste le caractère de base pour le groupe des charbons des Caryophyllacées.

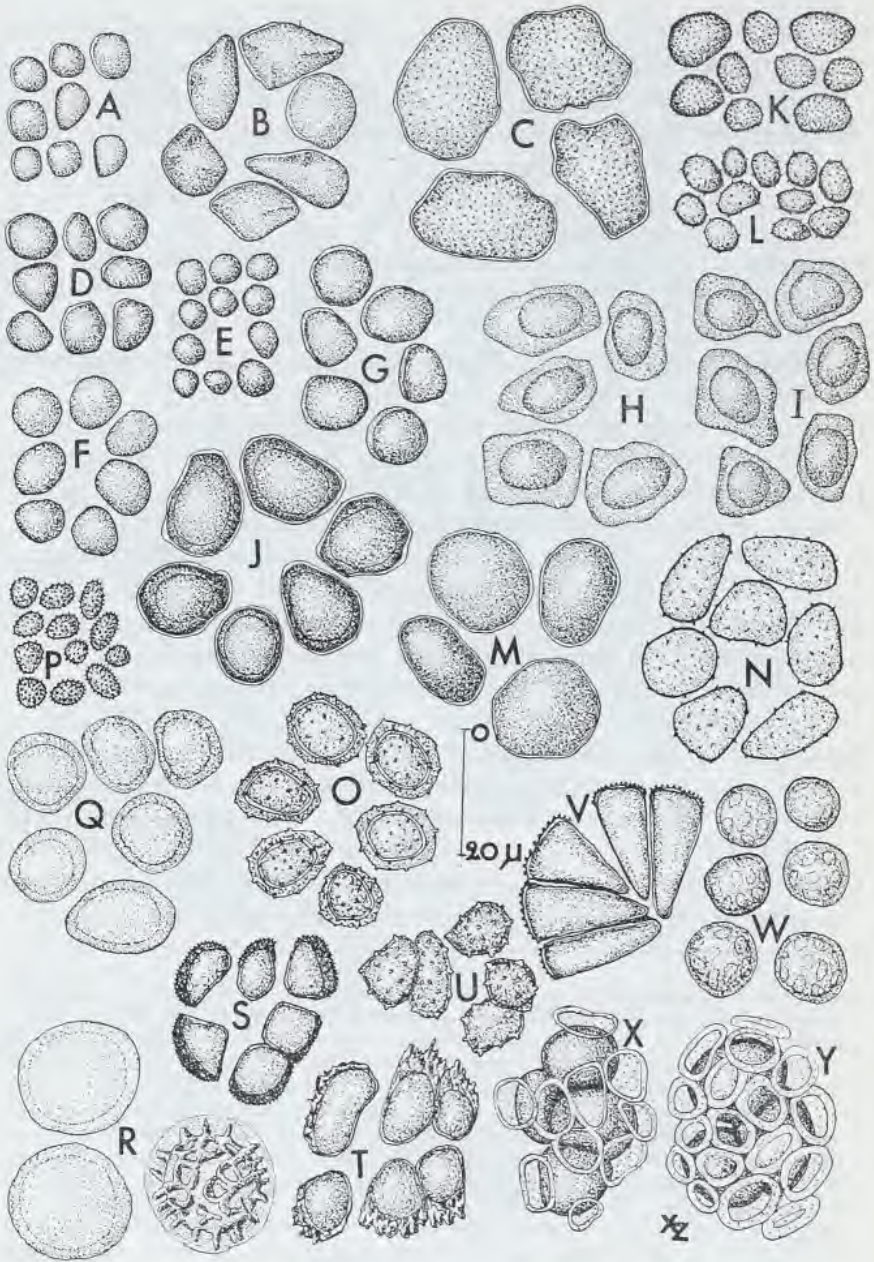
Pour différencier la richesse de la décoration sporale chez les Ustilaginales, il est nécessaire de reconnaître en termes aussi précis et aussi appropriés que possible les diverses formes de cette ornementation.

Nous constatons la présence, après la membrane cytoplasmique interne, d'une endospore lisse, incolore et mince, d'une épispore lisse, légèrement colorée et épaisse, d'une exospore souvent colorée, très souvent ornementée et, par endroits, épaisse, d'une périspore fréquemment très épaisse et incolore. Il serait intéressant de rechercher la présence éventuelle d'une ectospore.

Types d'ornementation sporale des Ustilaginales.

- Lisse : parfaitement unie, sans accidents superficiels. Ex. : *Ustilago hordei* (fig. 1, A) ; *U. ornithogalli* (1, B) ; *Sphacelotheca ischaemi* (1, D) ; *Sph. sorghi* (1, E) ; *Eusorosporium manchuricum* (1, F) ; *Entyloma arnicale* (1, G) ; *Cintractia carpophila* v. *elynae* (1, M) ; *Tilletia foetida* (1, Q) ; *Tuburcinia ficariae* (1, X) ; *T. poae* (1, Y) ; *T. calamagrostidis* (fig. 2, Y).
- Ruguleuse : faiblement rugueuse, sans ornements individualisés. Ex. : *Entyloma calendulae* (fig. 1, W) ; *Ustilago crameri* (fig. 2, I).
- Rugueuse : à ornements non définis mais individualisés. Ex. : *Cintractia caricis* (fig. 1, C) ; *Ustilago denotarisi* (fig. 2, D).
- Aspérulée : avec irrégularités ou saillies peu accusées et assez mal individualisées mais plus visibles que dans le cas de la membrane rugueuse. Ex. : *Ustilago intercedens* (fig. 2, E) ; *U. festucarum* (2, F) ; *Entorrhiza aschersoniana* (2, X).
- Ponctuée : marquée de points extrêmement fins mais bien définis. Ex. : *Ustilago vaillantii* (fig. 1, K) ; *Farysia trichopterygis* (1, P) ; *Ustilago calamagrostidis* (fig. 2, J) ; *U. kairamoi* (2, K).
- Pustuleuse : ornée de pustules, sortes de verrues basses, convexes, aplanies. Ex. : *Entyloma winteri* (fig. 1, O) ; *E. cory-*

Fig. 1. — Ornementation sporale de quelques espèces d'Ustilaginales : A, *Ustilago hordei* Lagerheim ; B, *Ust. ornithogalli* Magnus ; C, *Cintractia caricis* Magnus ; D, *Sphacelotheca ischaemi* Clinton ; E, *Sph. sorghi* Clinton ; F, *Eusorosporium manchuricum* Zambettakis ; G, *Entyloma arnicale* Ellis et Everhart ; H, *Ent. microsporium* Schroeter ; I, *Ent. eryngii* de Bary ; J, *Melanotaenium ari* Lagerheim ; K, *Ustilago vaillantii* Tulasne ; L, *Ust. avenae* Rostrup ; M, *Cintractia carpophila* v. *elynae* Savile ; N, *Sphacelotheca montagniensis* Clinton ; O, *Entyloma winteri* Lindhart ; P, *Farysia trichopterygis* Zundel ; Q, *Tilletia foetida* Liro ; R, *Til. controversa* Kuehn ; S, *Sorosporium stellariae* Liro ; T, *Thecaphora molluginis* Savulescu ; U, *Tolyposporium junci* Woronin ; V, *Glomosporium leptideum* Kochman ; W, *Entyloma calendulae* de Bary ; X, *Tuburcinia ficariae* Liro ; Y, *Tuburcinia poae* Liro.



dalis (fig. 2, B); *E. brizae* (2, L); *Sorosporium saponariae* (2, A).

Crênelée : ornée de points, de petits grains rapprochés; terme entre ponctué et verruculeux. Ex. : *Ustilago avenae* (fig. 1, L);

U. striaeformis (fig. 2, Q); *U. striaeformis* v. *dactylidis* (2, G).

Verruculeuse : faiblement verruqueuse. Ex. : *Sphacelotheca montagniensis* (fig. 1, N).

Verruqueuse : avec verrues faisant saillie à la surface. Ex. : *Tolyposporium junci* (fig. 1, U).

Echinulée : hérissée de petites pointes ou verrues étroites et très saillantes. Ex. : *Glomosporium leptideum* (fig. 1, V); *Ustilago echinata* (fig. 2, T).

Spinuleuse : ornée de spinules, petites épines. Ex. : *Sorosporium stellariae* (fig. 1, S).

Épineuse : ornée d'épines, pointes aiguës bien accusées. Des spores vraiment épineuses sont très rares dans ce groupe.

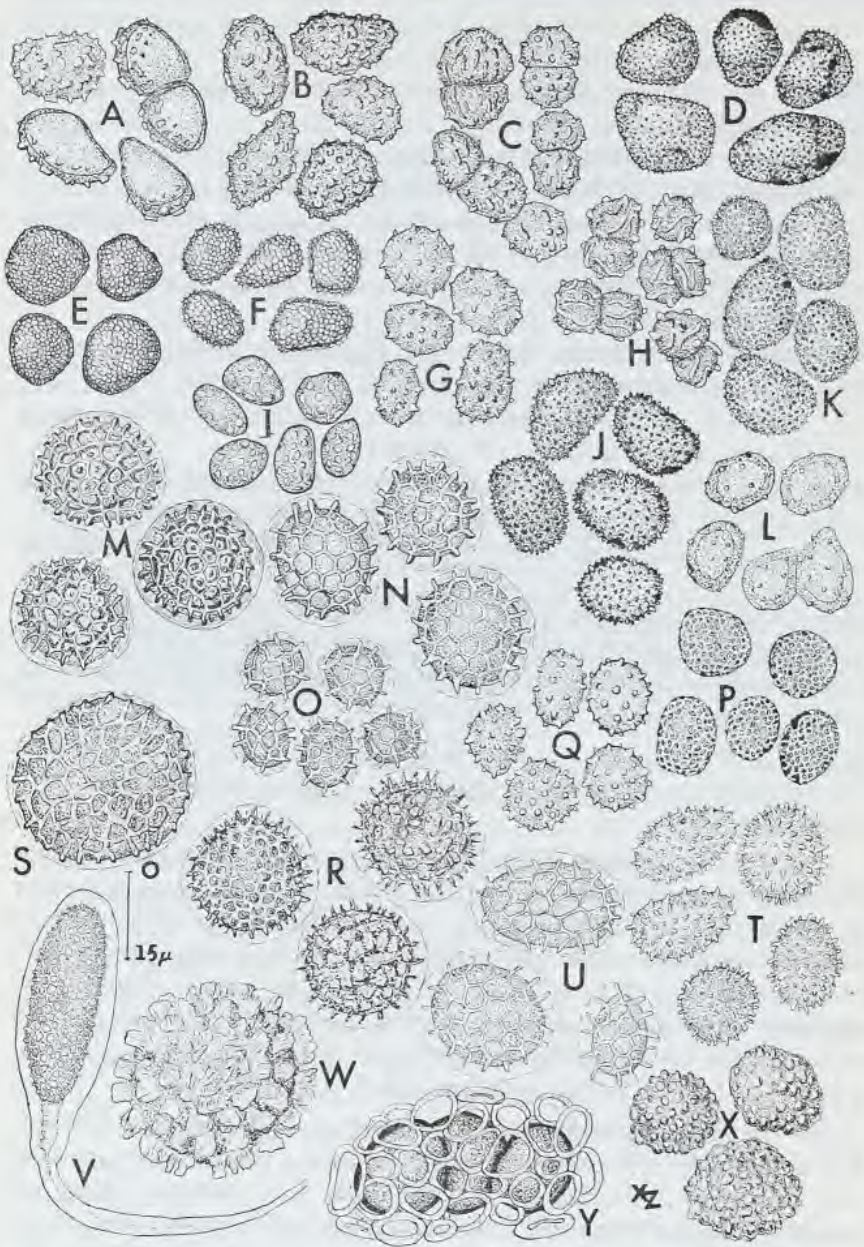
Bosselée : pourvue de bosses moins individualisées que celles de la membrane noduleuse (nous préférons cette dénomination à la place de gibbeuse proposée par JOSSERAND). Ex. : *Melanotaenium ari* (fig. 1, J); *Ustilago denotarisii* (fig. 2, D).

Noduleuse : portant des renflements et des bosses volumineuses bien définies, et nous y ajoutons les spores anguleuses. Ex. : *Cintractia caricis* (fig. 1, C); *Entyloma microsporum* (1, H); *E. eryngii* (1, I).

Caténulée : ornée d'aspérités formant de petites chaînes (*catenula*). Les verrues se joignent avec des aiguillons et s'organisent en petites séries linéaires. Ex. : *Schroeteria delastrina* (fig. 2, C).

Cristulée : munie de petites crêtes saillantes, sortes de côtes en tous sens. Ex. : *Schroeteria decaisneana* (fig. 2, H).

Fig. 2. — Ornementation sporale des Ustilaginales (suite): A, *Sorosporium saponariae* Rudolphi; B, *Entyloma corydalidis* de Bary; C, *Schroeteria delastrina* Winter; D, *Ustilago denotarisii* Fischer de Waldh.; E, *Ust. intercedens* Lethola; F, *Ust. festuicarum* Liro; G, *Ust. striaeformis* v. *dactylidis* Davis; H, *Schroeteria decaisneana* de Toni; I, *Ustilago crameri* Koernicke; J, *Ust. calamagrostidis* Clinton; K, *Ust. kairamoi* Liro; L, *Entyloma brizae* Unamuno et Ciferri; M, *Tilletia secalis* Koernicke; N, *Til. nanifica* Savulescu; O, *Ust. utriculosa* Unger; P, *Ust. scorzonerae* Schroeter; Q, *Ust. striaeformis* Niessl; R, *Tilletia fusca* Ellis et Everhart; S, *Ust. sesteriae* Viennot-Bourgin; T, *Ust. echinata* Schroeter; U, *Ust. cardui* Fischer de Waldh.; V, *Neovossia molinae* Koernicke; W, *Tilletia eragrostidis* Clinton et Ricker; X, *Entorrhiza aschersoniana* Lagerheim; Y, *Tuburcinia calamagrostidis* Lavrov.



Crêtée : avec ornements plus prononcés que chez les cristulées, formés de crêtes. Des spores strictement crêtées n'existent pas chez les Ustilaginales.

Costulée : avec côtes longitudinales, comme arquées. Ex. : *Thecaphora molluginis* (fig. 1, T).

Ailée : pourvue de côtes très minces et très saillantes en forme de lames. Ex. : *Tilletia eragrostidis* (fig. 2, W).

Interrupto-réticulée : ornée d'un réseau incomplet dont quelques mailles sont bien tracées et refermées, d'autres amorcées et ouvertes. Ex. : *Tilletia controversa* (fig. 1, R); *Tilletia fusca* (fig. 2, R).

Réticulée : ornée d'un réseau en lignes ou crêtes saillantes comme les mailles d'un filet. Ex. : *Tilletia secalis* (fig. 2, M); *T. nanifica* (2, N); *Ustilago utriculosa* (2, O); *U. scorzonerae* (2, P); *U. sesleriae* (2, S); *U. cardui* (2, U).

Alvéolée : ornée d'un réseau de couleur foncée qui laisse entre les mailles une surface de l'épispore mince, presque incolore. Ex. : *Ustilago crameri* (fig. 2, I); *Neovossia moliniaie* (2, V).

Vermiculée : avec ornements formées de crêtes disposées par groupes ayant la même direction et une structure sinueuse. Des spores à ornementation strictement vermiculeuse sont très rares chez les Ustilaginales.

Très souvent, les ornements sont d'un type intermédiaire comme : spinuleuses-épineuses, épineuses-échinulées, crêtées-ailées, etc.

L'exospore, dont la coloration et les épaisissements locaux forment ses ornements, est presque toujours recouverte par la périspore hyaline plus ou moins gélatineuse. La surface externe couverte par la périspore reste, de nouveau, lisse même chez les spores à membrane profondément ornementée. Dans d'autres cas, l'ornementation ou l'épaissement concerne une seule partie de la membrane sporique. Ex. : *Thecaphora molluginis* (fig. 1, T); *Tolyposporium junci* (1, U).

Les chlamydospores sont, par excellence, les spores à membrane épaisse. Celle-ci peut avoir, chez certaines Ustilaginales, des aspérités atteignant 10 μ d'épaisseur et constitue, ainsi, un caractère anatomique. Si l'endospore est très mince et souvent invisible, les trois autres couches sont plus nettes. L'épispore semble incolore ou, tout au moins, bien réfringente et donne, à

notre avis, la forme sporale définitive : ellipsoïde, polyédrique, ovoïde, sphérique, bosselée ou anguleuse.

L'exospore constitue la couche décorative et reste très mince (cas de membrane lisse). Cette couche forme les aspérités isolées : grains, verrues, pointes, épines, aiguillons, et les ornements continus et réguliers en forme de crêtes, de côtes, de réseaux. L'exospore est, le plus souvent, de couleur foncée et constitue la carapace la plus solide de la spore.

La périspore, très réduite chez les membranes lisses, est abondante sur les spores ornées dont elle remplit les creux formés par les aspérités exosporiques. Ainsi, la masse périsporique englobe souvent toutes les ornements chez les chlamydospores des Ustilaginales et donne une forme extérieure lisse à la membrane sporale.

CARACTÈRES BIOLOGIQUES :

Bien que le mycélium végétatif des charbons et des caries puisse cheminer à travers plusieurs organes de la plante parasitée, voire même suivre la germination de la graine hôte jusqu'à la floraison, pendant toute l'année, la fructification se manifeste le plus souvent sur des organes déterminés ou sur des parties de la plante bien choisies.

Les Ustilaginales à extension générale ne sont pas rares. Leurs sores se forment, alors, aux dépens de n'importe quel tissu, de la racine jusqu'à l'inflorescence (*Ustilago maydis*).

La règle est, pourtant, la localisation du charbon sur son hôte : racines, tiges, feuilles, ou inflorescences.

Les charbons propres aux racines font leurs sores dans des renflements de formes variées produits sur certains *Carex* et *Juncus*. Ce sont les onze espèces d'*Entorrhiza* connues jusqu'ici. Parmi les autres Ustilaginales racinicoles, notons *Tubercinia coralloides* qui se développe sur diverses Crucifères cultivées ou sauvages, *Melanotaenium lamii* dont les gales se forment sur les racines superficielles du *Lamium album*.

Les charbons des tiges sont plus nombreux : *Ustilago hypodytes*, *U. grandis*, *U. Jacksonii*, *U. halophila*, *U. athenae*, *Tubercinia fraseri*, etc.

Les charbons des feuilles peuvent se manifester en longues lignes ou former des taches. Les longues lignes charbonneuses caractérisent les Ustilaginées foliaires des *Gramineae* (*Usti-*

lago striaeformis, *U. longissima*, *Tuburcinia agropyri*). Les taches foliaires montrent les tissus infectés, et les sores se trouvent à l'intérieur avec les spores répandues ou agglomérées. On peut en noter des exemples chez les *Entyloma*, pour les spores dispersées, et chez les *Doassansia*, le *Tracya lemnae*, le *Tuburcinia clintoniae* pour les spores groupées. Dans d'autres cas, les sores se présentent le long du bord des feuilles comme chez *Ustilago bistortarum*.

Les charbons des inflorescences occupent une partie de la fleur : ovaires, étamines, ovules fécondés, graines, ou détruisent l'inflorescence tout entière. Parmi les Ustilaginales qui déversent leurs chlamydo-spores dans les ovaires, nous citons les caries des Graminées sauvages et des céréales : *Tilletia caries* du blé, du seigle, etc.; *T. controversa*, carie naine des Graminées; *T. decipiens*, carie naine des *Agrostis*; *Sphacelotheca sorghi*, charbon recouvert du sorgho. Les *Cintractia* se développent aussi, en général, sur les ovaires, comme par ex. *C. caricis*, espèce cosmopolite familière de centaines d'espèces de *Carex*.

Parmi les Ustilaginales qui remplissent de leurs spores les étamines des plantes, le groupe des charbons des Caryophyllacées est le plus abondant : *Ustilago violacea*, *U. lychnidis-dioicae*, *U. dianthorum*, *U. antherarum*, *U. superba*, *U. coronariae*, *U. silenes-mutantis*, *U. silenes-inflatae*, *U. major*, *U. stellariae*.

Parmi les charbons qui limitent leurs fructifications aux ovules fécondés et aux graines, *Ustilago oxalidis*, *Schroeteria delastrina* (sur *Veronica*) et *Thecaphora deformans* (sur Légumineuses diverses) sont des exemples bien connus.

Parmi les Ustilaginales qui attaquent l'inflorescence entière, les unes détruisent surtout les épillets et laissent intact le rachis — comme *Ust. hordei*, *U. bullata*, *Sphacelotheca cruenta* —, les autres, plus destructrices, couvrent avec leurs sores toutes les parties de l'inflorescence — comme *U. nuda*, *U. avenae*, *Sphacelotheca reiliana*.

Certaines Ustilaginales attaquent, enfin, deux ou plusieurs organes de l'hôte comme feuilles et tiges, feuilles et inflorescences, racines et tiges; les exemples n'en sont pas rares.

Les caractères symptomatologiques macroscopiques sont propres à chaque espèce charbonneuse. Du *mycosarcoma* de l'*Ust. maydis* à celui de l'*Ust. crus-galli* sur les nœuds, les tiges et les inflorescences de l'*Echinochloa* et à celui de l'*Ust. grandis* sur *Phragmites communis*, on peut évoquer toute une

série de formations charbonneuses caractéristiques pour chaque Ustilaginacée sur son hôte. Ainsi, *Lirioa emodensis* développée sur *Polygonum chinense* est aussitôt reconnue. Seules les attaques des charbons sur les organes habituellement non parasités sont difficiles à identifier. *Tilletia caries* a été observé par BERKELEY (1847) sur la tige d'un plant de blé. *Ustilago avenae* a été décrit comme var. *foliicola* par D'ALMEIDA (1903) sur les feuilles; JONES (1923), MUNDKUR (1935) et MCKAY (1936) l'ont aussi récolté sur les feuilles. *Ust. hordei* a été rencontré sur les feuilles par FARIS (1924), sur les nœuds par RUMP (1926) et sur les chaumes par GRASSO (1952), par FISCHER (1953) et par nous (1961). *Ust. nuda* a aussi sa forme foliicole, selon HENNINGS (1894), et a été rencontré sur les gaines par THIEMANN (1925), GARBOWSKI (1927), VIENNOT-BOURGIN (1935), FISCHER (1952) et par nous-même (1959).

Nous avons récolté aussi le charbon de l'inflorescence du chiendent, *Ust. cynodontis*, sur la dernière feuille de la tige (1963).

Actuellement, le déroulement de la fructification charbonneuse peut être obtenu en serre, sur les variétés très sensibles, dans les conditions optimales de leur développement.

Les caractères morphologiques, d'une part, et la symptomatologie macroscopique, de l'autre, avec toutes les variations que nous avons évoquées, peuvent être rencontrés chez les Ustilaginales. De ces combinaisons de caractères résulte la description de chaque espèce et la systématique de l'ensemble. Nous donnons ainsi, plus loin, la liste dichotomique des genres d'Ustilaginales d'après le confrontation des caractères énumérés et examinés plus haut. Nous n'avons pas pris en considération la place des espèces dans l'une ou l'autre des deux familles *Ustilaginaceae* et *Tilletiaceae*. Ce point de vue nous paraît valable, d'une part, car pour une récolte de charbon, il n'est pas toujours facile de mettre en germination les spores et de suivre la formation des sporidies, d'autre part, car les échantillons sont souvent secs et aucune ébauche de germination n'est plus possible.

Ce caractère de germination, c'est-à-dire la formation des sporidies latérales pour les Ustilaginacées et terminales pour les Tilletiacées, reste souvent atypique. Combien d'espèces ne donnent que du mycélium, d'autres un mélange d'hyphes secondaires ou un groupe de sporidies à la place d'une seule, et combien de *Tilletiaceae* ne forment que des promycéliums

ramifiés? Ce caractère de base pour les espèces à germination typique reste d'une valeur théorique pour les espèces à germination irrégulière.

La morphologie et la symptomatologie sont liées à la génétique, le pouvoir pathogène aux facteurs de compatibilité sexuelle.

Les croisements entre espèces étant faciles chez les charbons, on assiste à une transmission de certains caractères morphologiques.

L'épaisseur et l'ornementation de la membrane sporale, parmi les caractères anatomiques, le pouvoir pathogène et, de ce fait, la résistance de l'hôte, parmi les caractères physiologiques, sont des caractères de cet ordre transmissibles, au moment de la formation du dicaryon entre lignées, variétés, formes, ou, même, espèces voisines des charbons croisés.

La plupart des caractères morphologiques et biologiques sont hérités selon les lois classiques pour les espèces étudiées. Les hybrides varient entre eux, et présentent des types intermédiaires selon la réceptivité ou la dominance des caractères, ou des types dépassant les caractères de parenté : ainsi, le type charbon nu domine le charbon couvert; le caractère spore ornée domine le caractère spore lisse; le sore poudreux domine le sore compact, etc., mais les exceptions ne sont pas rares.

L'analyse succincte des caractères retenus comme valables pour distinguer les genres d'Ustilaginales (caractères collectifs ainsi que spécifiques propres à une espèce dans un genre déterminé) montre qu'il est possible, tout en tenant compte des exceptions et des espèces aberrantes, de formuler une clé, pour reconnaître les genres appartenant à ce vaste groupe.

Nous avons essayé d'articuler cette clé que nous présentons sous forme dichotomique pour une utilisation plus aisée.

Les espèces appartenant à chaque genre constituent une liste séparée de 700 Ustilaginées valables, dont le quart est connu comme parasites des plantes du continent africain. Nous reviendrons, d'autre part, sur les principales espèces et les genres de charbons et de caries propres au continent noir.

CLÉS DES GENRES D'USTILAGINÉES.

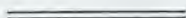
- 1 a Spores, au moins avant leur maturité, en glomérules..... 2
 b Spores à maturité isolées dans le sore et pas en glomérules. 27
- 2 a Sores à spores de deux sortes : c'est-à-dire à deux cellules brunes en glomérule et à une cellule brune ou pâle, en mélange dans le même sore..... *Mundkurella*
 b Sores à spores fertiles non hétérogènes..... 3
- 3 a Glomérules formés de plusieurs spores fertiles ou avec une spore fertile centrale entourée de plusieurs cellules externes stériles et de couleur plus claire..... 4
 b Glomérules formés de deux spores (spores en paires) fertiles — rarement formés de trois ou quatre spores. Paires parfois se séparant en deux cellules constituantes. Ces cellules (spores) isolées ne sont pas entourées de cellules stériles et pâles 24
- 4 a Glomérules sans périidium et sans cellules externes stériles et de couleur claire 5
 b Glomérules avec périidium formé de cellules généralement stériles et de couleur plus claire..... 19
- 5 a Glomérules dans des sores formant des tumeurs sphériques ou des pustules avec membrane dure et coriace.. *Pericladium*
 b Glomérules dans des sores ne formant pas de tumeurs.... 6
- 6 a Glomérules plus ou moins évanescents ou se séparant facilement à maturité en spores isolées..... 7
 b Glomérules durables 11
- 7 a Spores à paroi très épaisse (3-10 μ), fréquemment en lamelles concentriques. Glomérules plutôt indéfinis. Sores peu agglutinés *Tolyposporella*
 b Spores à paroi mince (0,5-3 μ), à lamelles non concentriques. Glomérules plus définis. Sores en poussière ou granulés.... 8
- 8 a Spores de couleur foncée en glomérules plus ou moins fermes *Phaeosorosporium*
 b Spores légèrement colorées en glomérules plutôt fermes.. 9
- 9 a Sores avec columelle centrale et avec périidium externe....
 *Eusorosporium*
 b Sores sans columelle centrale et sans périidium externe..... 10
- 10 a Spores souvent groupées à maturité..... *Sorosporium*
 b Spores finalement isolées *Ustosporium*
- 11 a Glomérules groupés en masses clathroïdes compactes traversées par des pseudoparenchymes à cellules fongiques d'un brun jaunâtre *Narasimhania*

- b Glomérules non groupés en masses clathroïdes..... 12
- 12 a Glomérules composés de spores fertiles et d'une masse stérile de mycélium ou de cellules parenchymateuses..... 16
- b Glomérules composés de spores toutes fertiles ou tout au plus avec une couche externe de petites cellules stériles hyalines 13
- 13 a Glomérules fermes mais fragiles dont les spores ainsi isolées portent des fragments de parois des spores adjacentes..... 15
- b Glomérules fermes non fragiles 14
- 14 a Glomérules de spores fertiles bruns ou noirs. Pas de restes d'hyphes ou de cellules sur les glomérules..... *Thecaphora*
- b Glomérules de spores fertiles entourées de cellules stériles plus petites, hyalines *Tubercinia*
- 15 a Sporidies latérales sur promycélium septé..... *Tolyposporium*
- b Sporidies terminales sur promycélium continu.. *Glomosporium*
- 16 a Glomérules portés dans des sores plutôt agglutinés recouverts d'abord d'un péridium. Spores de couleur foncée et opaques *Testicularia*
- b Glomérules fermement encastrés dans les tissus. Spores hyalines à jaunâtres..... 17
- 17 a Glomérules à une couche de spores fertiles externes et à large réseau central d'hyphes stériles..... *Tracya*
- b Glomérules à plusieurs couches de spores..... 18
- 18 a Glomérules à plusieurs couches de spores fertiles externes. Masse centrale de cellules parenchymateuses..... *Burrillia*
- b Glomérules à cellules fertiles superposées, couches centrales. Hyphes externes formant une croûte éruptive, puis liquéfiée *Jamesdicksonia*
- 19 a Glomérules contenus dans de nombreuses et petites cavités en forme de poches à l'intérieur des croûtes macroscopiques *Polysaccopsis*
- b Glomérules non dispersés dans des poches des tissus..... 20
- 20 a Sores avec péridium épais formé d'hyphes..... 21
- b Sores à un glomérule grand, sans péridium, formé d'hyphes. 22
- 21 a Spores réunies lâchement, sans pseudoparenchyme. Cellules du péridium moitié de la taille des spores..... *Dermatosorus*
- b Spores maintenues en groupes par un pseudoparenchyme entremêlé. Cellules du péridium deux fois la taille des spores *Zundelula*
- 22 a Sore ou glomérule formé d'une ou de deux couches de spores fertiles et d'une masse centrale de cellules parenchymateuses. Cuticule superficielle de petites cellules hyalines.. *Doassansiopsis*
- b Sore ou glomérule formé de plusieurs couches de spores fertiles 23

- 23 a Masse centrale d'hyphes entremêlées..... *Pseudodoassansia*
 b Couches de cellules fertiles successives jusqu'au centre du
 sore *Eudoassansia*
- 24 a Spores le plus souvent par deux mais aussi, parfois, par
 trois ou quatre *Ustacystis*
 b Spores par paires seulement (avec, parfois, quelques spores
 isolées provenant de paires séparées)..... 25
- 25 a Sores formant des taches linéaires agglutinées dans les
 feuilles *Schizonella*
 b Sores poudreux à maturité, pas dans les feuilles..... 26
- 26 a Sores dans les ovaires, détruisant les graines individuelle-
 ment *Schroeteria*
 b Sores dans les pédicelles et les pédoncules qui deviennent
 gonflés et noirs *Mycosyrinx*
- 27 a Sores en colonnes cylindriques, noirs, agglutinés (8-12 mm
 de long), plus ou moins enveloppés de feuilles petites, sem-
 blables à des écailles, l'ensemble surgissant de la surface
 de l'hôte (sur Cypéracées)..... *Cintractiella*
 b Sores non en colonnes cylindriques, non enveloppés de
 feuilles semblables à des écailles..... 28
- 28 a Sores en renflements sphériques ou digités dans les racines
 de l'hôte (sur Cypéracées et Juncacées)..... *Entorrhiza*
 b Sores non en renflements ni dans les racines..... 29
- 29 a Sores difficilement visibles, car ils sont encastrés dans les
 tissus de l'hôte : feuilles, etc. (*Entyloma sensu lato*)..... 30
 b Sores visibles, car ils aboutissent ou se forment à la surface
 de l'organe attaqué 32
- 30 a Taches formées des deux côtés de la feuille, irrégulières,
 isolées puis continues; taches ou feuilles atteintes noir-
 cissant *Sirentyloma*
 b Sores encastrés d'un seul côté de la feuille en taches plus
 ou moins distinctes et plus ou moins claires (tissus des
 feuilles et des pétioles le plus souvent attaqués)..... 31
- 31 a Sporidies terminales sur promycélium continu..... *Entyloma*
 b Sporidies latérales sur promycélium septé..... *Ustilentyloma*
- 32 a Sores plus ou moins fermement agglutinés à maturité..... 33
 b Sores poudreux ou granulés 39
- 33 a Sores en masses dures, spores en masses noires (esp. para-
 sites sur Polygonacées et Convolvulacées)..... 34
 b Sores non en masses dures, spores non en masses noires.... 36
- 34 a Sores internes formant de grandes cavités lycigènes, bor-
 dées par le mycélium. Spores immergées dans une masse géla-
 tineuse fongique (esp. parasites sur les Convolvulacées).....
 *Georgefischeria*

- b Sores faisant saillie (esp. parasites sur les Polygonacées) . . . 35
- 35 a Tumeurs pleines de spores d'un noir pourpre, immergées dans la masse gélatineuse fongique *Melanopsichium*
- b Petits renflements pleins de spores d'un pourpre violacé, agglutinés, pulvérulents à maturité *Liroa*
- 36 a Sores superficiels, visibles, revêtus d'un périidium, parasites sur Cypéracées 37
- b Sores moins visibles, non superficiels, recouverts (au début) par l'épiderme de l'hôte, parasites mais non sur les Cypéracées 38
- 37 a Périidium foncé, dur et épais (40-50 μ), spores avec bandes équatoriales foncées et zones polaires claires *Planella*
- b Périidium blanchâtre, plus ou moins fragile (ni dur ni épais); les spores présentent rarement des régions polaires et équatoriales visibles :
- b' stroma stérile présent *Cintractia*
- b'' pas de stroma stérile; esp. ovariicoles des *Carex*, *Kobresia* et *Uncinia* des *Caricoideae* *Anthracoidea*
- 38 a Spores à paroi mince (1-4 μ), à lamelles non concentriques *Melanotaenium*
- b Spores à paroi très épaisse (3-10 μ) qui présentent des lamelles concentriques *Tolyposporella*
- 39 a Spores avec un appendice hyalin généralement aussi long ou même plus long que la spore elle-même *Neovossia*
- b Spores sans appendice bien formé 40
- 40 a Sores avec columelle centrale autour de laquelle les spores se forment en chaînes. Périidium présent qui se sépare à maturité en groupes de cellules hyalines (*Sphacelotheca sensu lato*) 41
- b Sores sans columelle centrale 44
- 41 a Columelle bien développée. Périidium persistant, d'origine fongique, qui se sépare à maturité en débris de cellules hyalines 42
- b Columelle rudimentaire 43
- 42 a Spores complètement libres (isolées dès le début). *Sphacelotheca*
- b Spores en glomérules au début, mais non persistants à maturité *Ustisocinthea*
- 43 a Spores complètement libres (isolées dès le début). *Endothlaspis*
- b Spores au début en glomérules, non persistants à maturité. *Ustisorothea*
- 44 a Spores entremêlées dans le sore avec un réseau d'aspect capillaire d'hyphes stériles semblables à un élatère . . *Farysia*
- b Sores sans élatères mycéliens entre les spores 45

- 45 a Spores généralement grandes, plus de 17 μ 46
 b Spores en général petites, jusqu'à 17 μ 47
- 46 a Périidium bien développé générateur des spores (formation centripète). Pas de cellules stériles, promycélium septé.....
 *Crozalsiella*
 b Pas de périidium. Spores plus ou moins entremêlées avec des cellules stériles plus pâles, promycélium continu, sporidies terminales *Tilletia*
- 47 a Spores isolées mais avec deux petites cellules hyalines étroitement adhérentes fixées aux côtés opposés de celles-là, *Tranzscheliella*
 b Spores à maturité libres, isolées sans cellules stériles adhérentes (*Ustilago sensu lato*). 48
- 48 a Sores en glomérules au début de la formation des spores.. 49
 b Sores pulvérulents dès le début de la formation des spores. 50
- 49 a Ebauche de glomérules non persistants à maturité et d'une columelle centrale *Ustisoractia*
 b Ebauche de glomérules non persistants à maturité, mais pas de columelle, même au début de la formation du sore. *Ustosporium*
- 50 a Promycélium fusoiide et pédicellé *Proustilago*
 b Promycélium septé, typique 51
- 51 a Promycélium souvent anastomosé, sporidies rares. *Hemiustilago*
 b Promycélium formant les spores latérales au niveau de chaque cloison *Euustilago*



A propos de langage scientifique



La langue française, et tout particulièrement celle du domaine scientifique, s'accroît et se transforme. Cette preuve de vitalité ne va pas sans tâtonnements, sans risques et même sans quelques égarements. C'est pourquoi, dans la mesure où cela peut intéresser la Mycologie, nous croyons utile de communiquer certaines décisions du Comité consultatif du Langage scientifique qui se réunit régulièrement à l'Institut de France depuis 1956.

« POIDS SEC », « POIDS FRAIS ».

Les expressions abrégées « poids sec », « poids frais » ne doivent pas être utilisées; il faut toujours introduire un substantif auquel s'appliquent les adjectifs « frais » ou « sec ». On écrira :

poids de matière sèche
poids de matière fraîche

ou

poids à l'état sec
poids à l'état frais.

Ces expressions « poids à l'état sec » ou « poids de matière sèche », de sens incertain, doivent toujours être accompagnées de l'indication des opérations qui ont conduit à cet état. On distinguera notamment la *dessiccation* (action d'un chauffage dans des conditions physiques précises pendant un temps déterminé) et la *deshydratation* (élimination de l'eau et seulement de celle-ci par une méthode précisée).

Dans le cas où ces expressions doivent être répétées fréquemment dans un texte scientifique, les abréviations « p. f. », « p. s. », indiquées à la suite de la première introduction de ces expressions, pourront être utilisées.

SUR LA NOTION DE DISSOLUTION.

Le Comité précise que le terme *dissolution* ne doit être employé que dans le cas de transformation directe. Dans le cas de transformation indirecte nécessitant une opération physico-chimique préalable, le terme *solubilisation* doit être utilisé.

SUR LA NOTION DE TOXICITÉ.

Le Comité adopte le terme « détoxification » pour désigner l'opération physico-chimique par laquelle un produit perd sa toxicité.

Le terme « détoxication » est réservé à l'action d'élimination d'un toxique dans l'organisme.

« DELETION ».

Ce terme, utilisé notamment en cytologie, est rejeté et doit être remplacé par l'expression « amputation chromosomique ».

« PALYNOLOGIE ».

Discussion sur l'extension, indésirable, de ce terme qui a supplanté « sporologie » et proposition de rejet de tous les termes construits avec la racine « palyno » : palynogramme, palynomorphe, palynofacies.

« BINÔME ».

Le terme de « binôme » couramment employé par les taxinomistes pour désigner un couple genre-espèce (par exemple : *Populus alba* ou *Cancer pagurus*) est-il correct, étant dérivé, comme « monôme », du grec *nomos* division et nullement de *nomen*? Ne devrait-on pas utiliser de préférence à sa place le substantif « binon » qui existe (Larousse du xx^e siècle, II, 1867, p. 755), est correctement tiré de *bis* et *nomen* et, de plus, n'est pas hybride?

Le Comité, considérant que le mot « binôme » utilisé pour désigner le couple genre-espèce est d'un usage ancien, décide que ce terme doit être conservé. Il précise que son orthographe, « binôme », s'écrit avec « ô ».

LE SUFFIXE « -GÈNE ».

Le seul sens possible des adjectifs composés avec le suffixe -gène est évidemment « qui produit..., qui engendre... » : « thermogène » signifie : « qui produit de la chaleur », « glycogène » : « qui produit du glucose », « hydrogène » : « qui produit de l'eau », etc...

Or, faute peut-être d'un affixe exprimant l'idée inverse « produit par..., tirant son origine de... », on voit couramment appeler « terrigènes » des dépôts marins d'origine continentale, « zoogènes » des calcaires construits par des animaux ou « anthropogènes » des processus attribués à l'action humaine, alors qu'en réalité, *sensu stricto* :

terrigène	=	qui produit de la terre
zoogène	=	qui engendre des animaux
anthropogène	=	qui engendre des hommes.

Ne serait-il pas indiqué d'attirer l'attention sur cette anomalie et de recommander des expressions équivalentes mais étymologiquement satisfaisantes? On pourrait penser, par exemple, à « d'origine terrestre » (« d'origine continentale »), « zoïques », « anthropiques »...

Le Comité après avoir examiné les nombreuses ambiguïtés de sens liées à l'emploi de la terminaison -gène, soit avec le sens « d'engendré par », soit avec celui « d'engendrant », précise qu'il y a lieu dans les textes scientifiques :

a) de réserver la terminaison -gène pour désigner la création de l'objet ou de l'être indiquée par la racine : cryogène = créateur de froid, pathogène = créateur de mal;

b) d'utiliser la terminaison -génétique pour désigner la création des effets désignés par la racine. On écrira :

thermogénétique = créé par la chaleur
 cryogénétique = créé par le froid
 neurogénétique = d'origine nerveuse
 zoogénétique = résultant de l'activité des animaux.

La terminaison -gène est donc réservée au sens « créateur de », la terminaison -génétique au sens de « créé par ».

Gabrielle BAZANTÉ.

A la suite de nombreuses demandes concernant « Les Discomycètes de France, d'après la classification de Boudier », par † l'Abbé L.-J. GRELET, publiés dans la *Revue de Mycologie* (Fascicules 9 à 31) (*), nous informons nos lecteurs que nous disposons encore d'un nombre limité de séries complètes composées de

— 7 Numéros de la Revue : 7,5 F × 7;
 — 16 Tirés à part : 3 F × 16.

(*) Les huit premiers fascicules ont paru, successivement de 1932 à 1940, dans le *Bulletin de la Société Botanique du Centre Ouest*.

TABLES DU TOME XXXIV



Table des travaux et des auteurs.

S. ANANTHANARAYANAN. — Mode of sexual reproduction in <i>Rosenscheldiella eugeniae</i> Petch (avec 14 fig.).....	281
N. ARPIN (voir J.-L. FIASSON).	
I. BALINSCHI (voir M ^{me} C. MORUZI).	
A. BELLEMÈRE. — Cytologie des Discomycètes (Travaux récents).	122
C. DE BIÈVRE. — Composition en protéines, ARN, ADN, lipides et polysides des phases levure et filamenteuse de <i>Sporothrix schenckii</i> (avec 2 tabl.).....	220
J. BOIDIN. — A propos du genre <i>Lopharia</i> Kalchbr. et Mc Ow. em. Boidin 1959	187
M ^{me} M.-P. BOUCHEZ (voir J.-L. FIASSON).	
P. DAVET. — Observations sur la mycoflore des racines de quelques plantes maraichères du Liban (avec 1 carte, 4 fig. et 6 tabl.)	62
J.-L. FIASSON, R. H. PETERSEN, M.-P. BOUCHEZ et N. ARPIN. — Contribution biochimique à la connaissance taxinomique de certains Champignons cantharelloïdes et clavarioïdes (avec 1 tabl.)	357
L. GUYOT, G. MALENÇON et M. MASSENOT. — Quatrième contribution à l'étude des Ustilaginales parasites du Bassin méditerranéen occidental (Afrique du Nord, Espagne, Italie) (avec 1 Pl. h.-t. et 4 fig.).....	192
Roger HEIM. — Breves diagnoses latinae novitatum genericarum specificarumque nuper descriptorum (Sixième série) (<i>à suivre</i>)	343
M ^{me} Maria H. HOMRICH. — Etude de quelques Gastéromycètes du Rio Grande do Sul (avec 2 Pl. h.-t. et 3 fig.).....	3
B. HUGUENIN. — Micromycètes du Pacifique Sud. VII. Méliolinées de Nouvelle-Calédonie (avec 7 Pl. t.).....	23
G. LIM (voir A. L. SEOW).	
G. MALENÇON (voir L. GUYOT).	
M. MASSENOT (voir L. GUYOT).	
M ^{me} C. MORUZI et I. BALINSCHI. — Recherches sur les Actinomycètes se trouvant dans la vase de quelques lacs glaciaires (avec 4 tabl.).....	376
R. H. PETERSEN (voir J.-L. FIASSON).	
O. REISINGER. — Morphologie ultrastructurale et critères taxinomiques chez les Deutéromycètes. II. L'appareil sporifère chez <i>Dendryphiella vinosa</i> (Berk. et Curt.) Reisinger (avec 6 Pl. h.-t.).....	109
A. L. SEOW and G. LIM. — A list of leaf spot diseases in Singapore.	79
Bernard TRIQUE. — Croissance et sporulation de l' <i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi et du <i>Penicillium cyclopium</i> Westl. en culture stationnaire ou agitée (avec 3 fig.).....	365

Ede VÉSSEY. — Culture industrielle des Champignons sylvestres en Hongrie (avec 2 Pl. h.-t., 5 fig. et 1 tabl.)	93
G. VIENNOT-BOURGIN. — Une nouvelle espèce d' <i>Uredo</i> de l'île de la Nouvelle-Amsterdam	340
Jo-Min YEN. — Un nouveau genre d'Urédinales parasite de l' <i>Aframomum</i> au Gabon : <i>Desmellopsis</i> nov. gen. (avec 1 fig.)	17
— Etude sur les Champignons parasites du Sud-Est asiatique. XIII : Quelques espèces d'Urédinées de Malaisie (avec 14 fig. et 3 tabl.)	299

*
**

Analyses bibliographiques : Les maladies fongiques des bananes en entrepôt (E. Laville), p. 83. — Les Bolets (Albert Leclair et Henri Essette), p. 231. — The genera of Hyphomycetes from soil (George L. Barron), p. 232. — Cocoa Dieback. A review of present knowledge (Turner P. D.), p. 348. — Le genre *Panaeolus*, essai taxinomique et physiologique (G.-M. Olat'h), p. 385. — The Plasmodiophorales (Second completely revised edition) (John S. Karling), p. 388. — Moisissures toxiques dans l'alimentation (C. Moreau), p. 389. — Check list and host index for Arizona Rust Fungi (Robert L. Gilbertson and Jerry Mc Henry), p. 390.

SUPPLÉMENT



Gabrielle BAZANTÉ. — Toiles d'araignées et champignons hallucinogènes (avec 2 fig.) (<i>à suivre</i>). — A propos de langage scientifique	243, 416
Georges BECKER. — Chronique de l'amateur : Un nouvel ouvrage de R. Gordon WASSON, <i>Soma</i> , The Divine Mushroom. — Champignons invisibles. — Notules. — Champignons d'Espagne	84, 233, 349, 391
Jean BLUM. — Révision des Bolets. Troisième note (avec 9 Pl. l.)	249
Roger HEIM. — Chronique mexicaine : L'Histoire de la Drogue de Jean-Louis BRAU. — Une sélection de commentaires sur les drogues. — Une sélection de commentaires sur les drogues (<i>suite</i>). — Du côté des Rocheuses. 88, 238, 354,	396
Ch. ZAMBETTAKIS. — Mise au point de Phytopathologie : Les caractères qui régissent la classification des Ustilaginales (avec 2 fig.)	399
Informations phytopathologiques : VII ^e Congrès international de la Protection des Plantes	92
Informations	237, 278, 390, 418
Nécrologie	237

Le rédacteur en chef et le gérant de la Revue : Roger HEIM, P. MONNOYER

IMPRIMERIE MONNOYER — LE MANS

