

Les naturalistes belges

50-5
mai
1969

Publication mensuelle
publiée
avec le concours
du Ministère de
l'Éducation nationale
et de la Fondation
universitaire



LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif, 65, av. J. Dubrucq, Bruxelles 2.

Conseil d'administration :

Président : M. G. MARLIER, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles.

Vice-présidents : M. H. BRUGE, professeur ; M. J. DUVIGNEAUD, professeur ; M. R. RASMONT, professeur à l'Université de Bruxelles.

Secrétaire et organisateur des excursions : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, 25, avenue des Mûres, Bruxelles 18. C.C.P. n° 24 02 97.

Trésoriers : M^{lle} P. VAN DEN BREEDE, professeur, et M^{lle} P. DOYEN, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER, inspectrice.

Rédaction de la Revue : M. C. VANDEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain, 65, av. Jean Dubrucq, Bruxelles 2.

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, assistant à l'Institut royal des Sciences naturelles.

Protection de la Nature : M^{me} L. et M. P. SIMON.

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, Institut royal des Sciences naturelles, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans. Les Juniors (cotisation : 50 F) reçoivent un ou deux numéros de la Revue. Les Étudiants (cotisation : 125 F) reçoivent la série complète. Tous participent aux activités de la Section.

Secrétariat et adresse pour la correspondance : M. Pierre VAN GANSEN, 20, av. De Roovere, Bruxelles 8, Tél. 23.23.40.

Local et bibliothèque, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredi du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER.

Cotisations des membres de l'Association pour 1969 (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, 20, avenue De Roovere, Bruxelles 8) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes 175 F

Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans 125 F

Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas 175 F

Autres pays 200 F

Avec le service de 1 ou 2 numéros de la Revue : Juniors (enseignements moyen et normal) 50 F

Sans le service de la Revue : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit 25 F

Notes. — Les étudiants et les juniors sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il suffit de le mentionner sur le coupon de versement. S'il s'inscrit *pour la première fois*, il doit en aviser le secrétaire de la section, afin d'être informé des activités du *Cercle de mycologie*. Écrire à M^{me} Y. GERRARD, 34, rue du Berceau, Bruxelles 4.

Pour les versements : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges
20, av. De Roovere, Bruxelles 8.

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

DEMOULIN (V.). Les Gastéromycètes. Introduction à l'étude des Gastéromycètes de Belgique	225
SOUCHEZ (R.). Les régions polaires et leur intérêt dans le cadre des Sciences de la terre	271
<i>Bibliothèque</i>	279

Les Gastéromycètes

Introduction à l'étude des Gastéromycètes de Belgique

par Vincent DEMOULIN (*)

MORPHOLOGIE

Les Gastéromycètes sont des Basidiomycètes caractérisés par un développement angiocarpe, c'est-à-dire que le carpophore demeure entouré par une enveloppe nommée périidium au moins jusqu'au moment de la maturation des spores. La partie fertile, qui reste ainsi le plus souvent incluse à l'intérieur du périidium, est dénommée gléba. Elle peut être accompagnée de parties stériles, dénommées subgléba lorsque la structure est voisine de celle de la gléba, stipe lorsque cette structure est nettement différente et que l'organe porte la gléba, ou encore columelle lorsqu'il la traverse.

1. Le type de gléba.

Ce caractère d'une importance théorique fondamentale pour la délimitation des grandes unités taxonomiques est dans la pratique d'un emploi rare. En effet, la gléba se désagrège, voire se liquéfie rapidement et il ne subsiste que les spores, des débris plus ou moins autolysés et éventuellement un capillitium (ensemble de filaments à parois épaissies). L'étude des différents types de glébas est encore

(*) Aspirant du F.N.R.S. Université de Liège, Institut de Morphologie Végétale et de Botanique Systématique, Laboratoire de Cryptogamie, 3, rue Fusch, Liège.

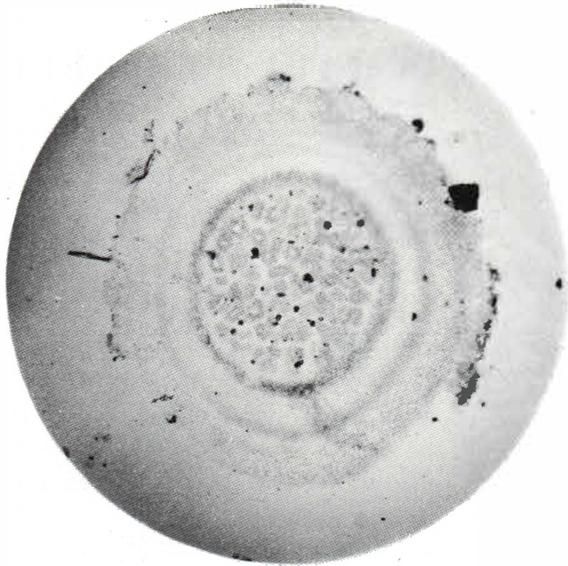


FIG. 1. — Gléba de type hyméno-loculé : *Sphaerobolus stellatus*, coupe transversale d'un carpophore, montrant le périidium pluristraté (avec notamment une couche palissadique, plus claire) et de nombreux locules. Gr. : 35 \times .

loin d'être terminée ; à la suite de MALENÇON (1955), nous pensons toutefois que trois types sont fondamentaux :

- un type plectobasidié : basides réparties uniformément dans la gléba ;
- un type hyméno-loculé : basides groupées dans des locules distincts au moins à l'origine ;
- un type hyménié : basides formant un hyménium continu au moins à l'origine.

Il faut se rappeler que ces types ne peuvent généralement être distingués qu'en suivant le développement des très jeunes carpophores et qu'à partir d'un certain stade, bien des Gastéromycètes hyméniés et hyméno-loculés ont une gléba d'aspect identique (lacuneuse comme une éponge).

2. La baside.

La baside est également difficile à observer et elle ne l'a été que chez un certain nombre d'espèces. Dans certains groupes, elle présente une morphologie très particulière. Ainsi chez les Lycoperda-

ceae, les stérigmates sont droits et très longs ; ils se cassent et restent attachés à la spore sous forme de pédicelle, ou bien ils se mêlent aux spores, à moins qu'ils ne soient complètement détruits.

Chez *Mycenastrum*, la baside rappelle celle des Lycoperdaceae mais les stérigmates sont plus courts et arqués.

Chez les Geastraceae, il y a des formes très curieuses qui n'ont encore été étudiées que chez quelques espèces (PALMER, 1955).

Chez les Sclerodermatales, les spores sont plus ou moins sessiles, tandis que chez les Tulostomatales, elles naissent sur de courts stérigmates franchement latéraux.

3. La spore.

La spore constitue de plus en plus l'organe le plus important pour le mycologue systématicien tant du point de vue de la détermination courante d'une espèce, que de l'enchaînement des grands groupes.

La forme, la taille et l'ornementation sporales sont remarquablement variées et, à quelques exceptions près, d'une grande constance au sein d'une même espèce.

La spore des Gastéromycètes se distingue de celle des Hyménomycètes par sa symétrie ; elle est en effet produite dans l'axe du stérigmate, ce qui est en liaison avec l'incapacité des Gastéromycètes à projeter leurs spores (caractère qui est retenu comme décisif par certains auteurs dans les groupes de transition Hyménomycètes-Gastéromycètes).

Chez un grand nombre d'espèces (principalement des Lycoperdales et Sclerodermatales), la spore est sphérique, ce qui facilite grandement les mesures (DEMOULIN, 1968).

Notons que les dimensions que nous signalons dans les clés correspondent aux spores mesurées sans l'ornementation et que le meilleur milieu d'observation est le lactophénol additionné de bleu coton.

4. Le capillitium.

Présent seulement chez les Lycoperdales et les Tulostomatales, le capillitium est souvent d'une grande importance taxonomique, notamment dans le genre *Bovista*. Il y est typiquement constitué d'unités séparées, présentant un tronc principal et des ramifications de diamètre plus faible ; il n'est donc pas attaché à l'endopéridium. Certaines espèces du même genre présentent cependant un capillitium de type *Lycoperdon*, c'est-à-dire à filaments de diamètre assez constant, reliés entre eux, ainsi qu'à l'endopéridium. Des types de

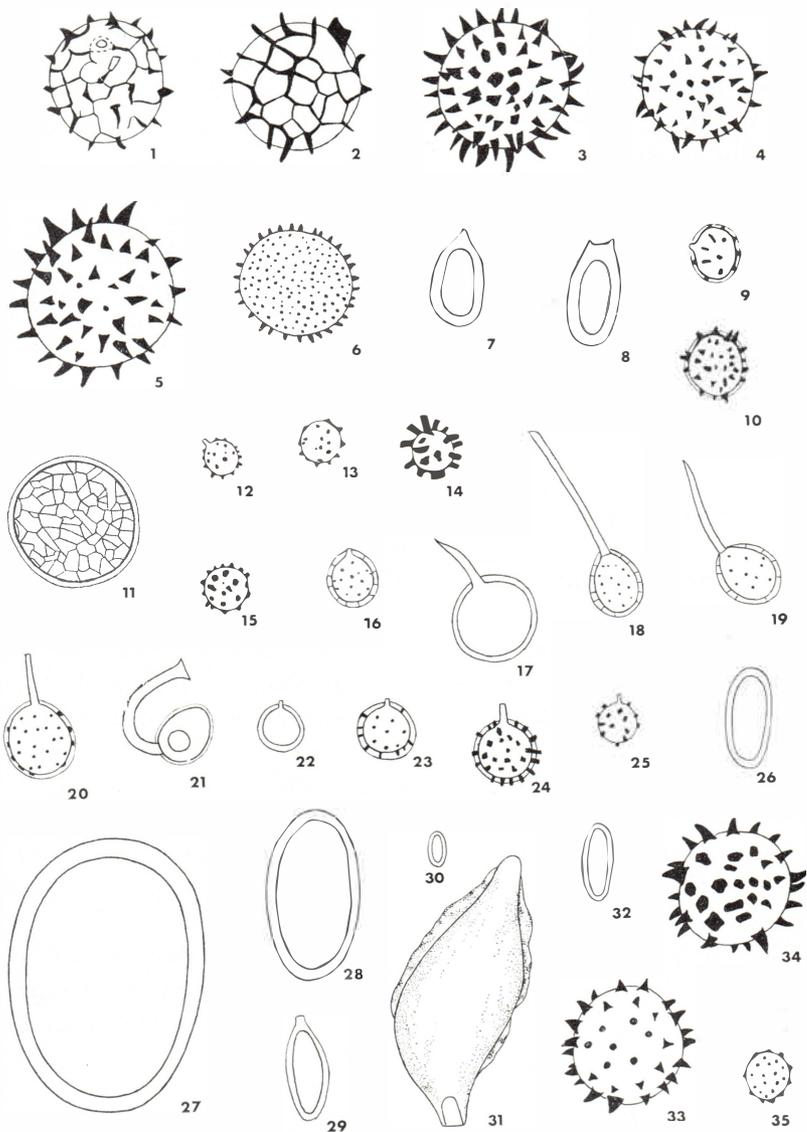


FIG. 2. — Types de spores de Gastéromycètes :

1. *Scleroderma citrinum* ; 2. *S. bovista* ; 3. *S. cepa* ; 4. *S. verrucosum* ; 5. *S. areolatum* ;
 6. *Astraeus hygrometricus* ; 7. *Sphaerobolus stellatus* ; 8. *Melanogaster broomeianus* ; 9. *Tulostoma
 brunale* ; 10. *T. melanocyclus* ; 11. *Mycenastrum corium* ; 12. *Gastrum fimbriatum* ;
 13. *G. recolligens* ; 14. *G. pectinatum* ; 15. *G. striatum* ; 16. *Bovista pusilla* ; 17. *B.
 limosa* ; 18. *B. tomentosa* ; 19. *B. plumbea* ; 20. *B. nigrescens* ; 21. *B. graveolens* ; 22. *Lycoperdon
 pyriforme* ; 23. *L. umbrinum* ; 24. *L. molle* ; 25. *L. perlatum* ; 26. *Crucibulum
 laeve* ; 27. *Cyathus striatus* ; 28. *Cyathus olla* ; 29. *Hysterangium separabile* ; 30. *Phallus
 impudicus* ; 31. *Hymenogaster* sp. ; 32. *Rhizopogon luteolus* ; 33. *Hydnangium carneum* ;
 34. *Octaviania asterosperma* ; 35. *Glischroderma cinctum*. Gr. : 1500 ×.

transition existent d'ailleurs. A ces deux grandes catégories, on oppose le capillitium de *Mycenastrum*, formé d'unités très courtes couvertes d'épines.

Le capillitium peut être élastique ou fragile (pour observer ce caractère, il faut monter dans l'eau et tapoter le couvre-objet), cloisonné ou non, à parois plus ou moins épaisses, pourvues ou non de pores. Il est coloré en brun, parfois rougeâtre ou jaunâtre, chez les Lycoperdales. Chez les *Tulostoma*, la coloration se limite généralement au niveau des cloisons.

Chez plusieurs Lycoperdaceae, à côté du capillitium, subsistent dans la gléba mûre, des filaments incolores, régulièrement septés, qui n'ont pas subi la lyse à laquelle est destinée la majeure partie de la gléba. A la suite de KREISEL, nous les nommerons paracapillitium.

5. La subgléba, la columelle et le stipe.

Chez les Lycoperdaceae, de nombreuses espèces présentent, en dessous de la gléba proprement dite, une partie stérile qui peut être compacte ou lacuneuse et est désignée sous le nom de subgléba. Parfois la subgléba est séparée de la gléba par une cloison, le pseudo-diaphragme, ou lorsque celle-ci (cas unique du genre *Vascellum*) est très développée et parcheminée, le diaphragme.

Par columelle on entend une structure stérile pénétrant dans la gléba ; il ne faut pas la confondre avec la pseudocolumelle, qui est un cône plus ou moins individualisé (fertile) au sein de la gléba de certaines Lycoperdaceae.

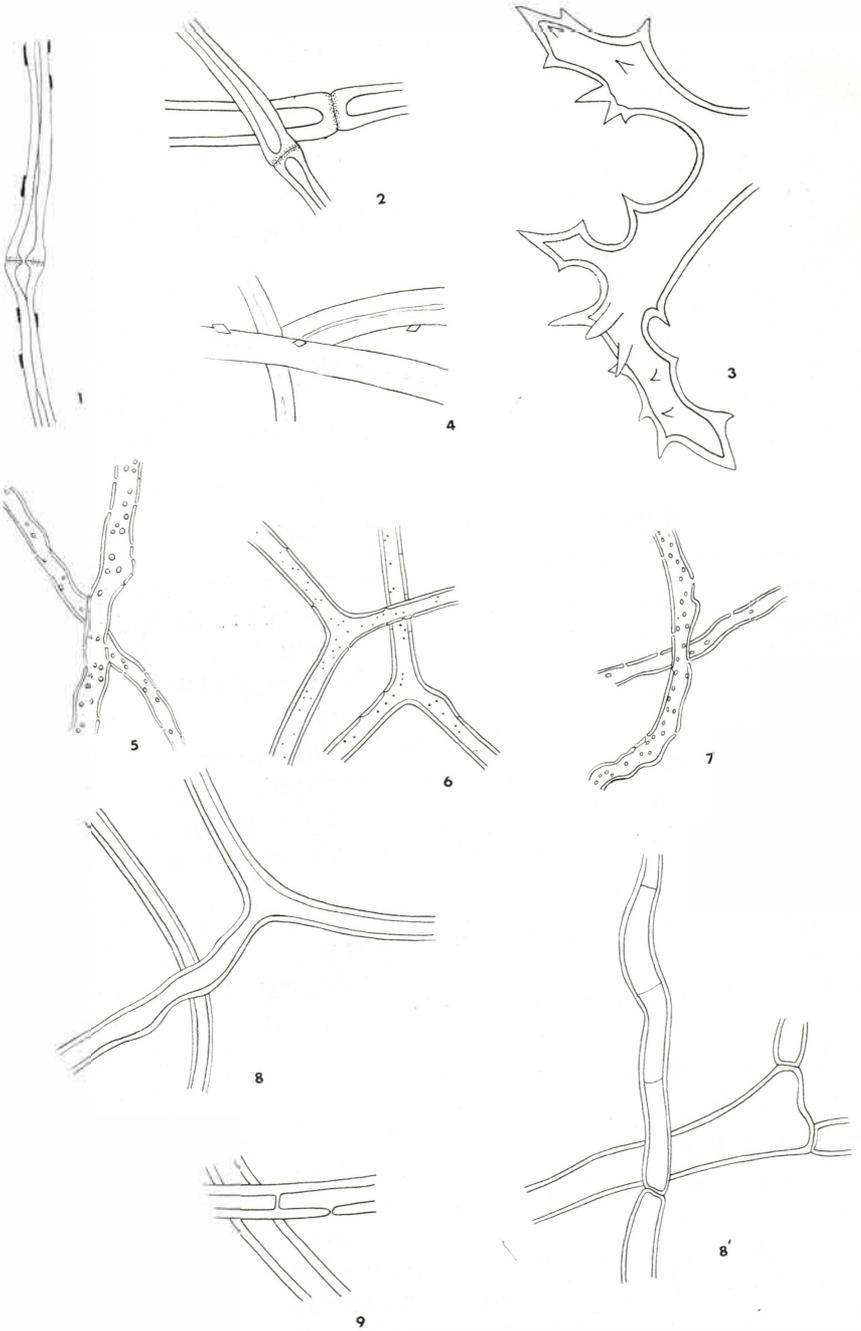
Un stipe constitue un élément bien différent anatomiquement et qui est extérieur au moins à l'endopéridium. Enfin chez les Sclerodermataceae peut se former un pseudostipe d'origine mycélienne, qui ne présente pas de différenciation anatomique particulière.

6. Le péridium.

La structure du péridium peut être très simple (*Scleroderma*), mais dans de nombreux groupes, il y a différenciation d'un endo- et d'un exopéridium, lequel peut encore être lui-même subdivisé.

Chez les Lycoperdaceae, l'anatomie du péridium a été étudiée de façon systématique par KREISEL et l'on peut distinguer quatre types d'exopéridium (l'endopéridium est constamment filamenteux, de structure très voisine de celle du capillitium) :

- type *plumbea* : une couche pseudoparenchymateuse, surmontée d'une couche filamenteuse ;



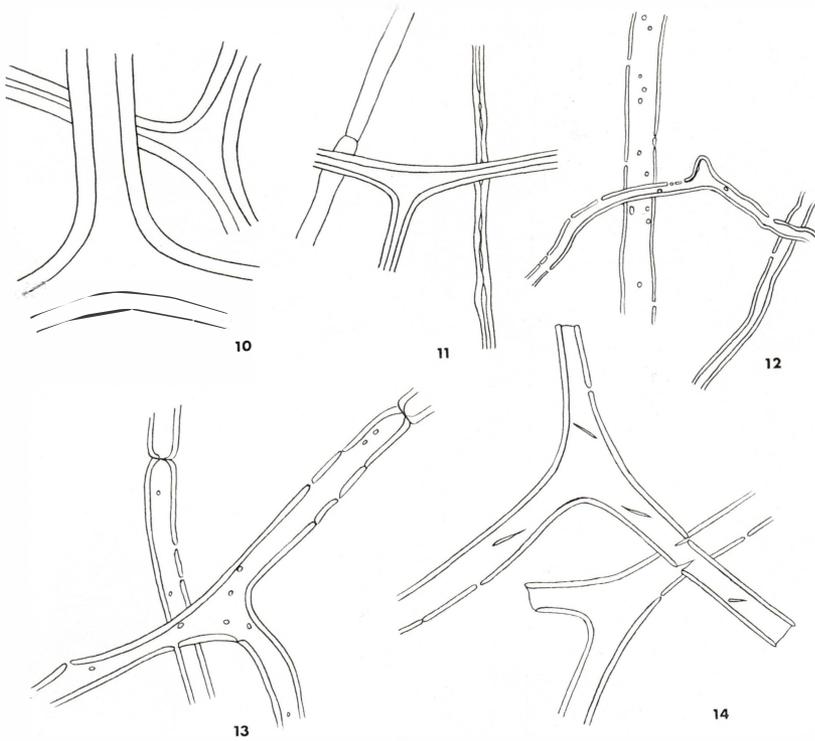


FIG. 3. — Détail du capillitium de quelques Gastéromycètes :

1. *Tulostoma brumale* ; 2. *T. melanocyclum* ; 3. *Mycenastrum corium* ; 4. *Geastrum fibrariatum* ; 5. *Bovista pusilliformis* ; 6. *polymorpha* ; 7. *B. pusilla* ; 8. *B. limosa*, partie externe ; 8'. *B. limosa*, partie interne ; 9. *B. tomentosa* ; 10. *B. plumbea* ; 11. *Lycoperdon pyriforme* ; 12. *L. spadiceum* ; 13. *Langermannia gigantea* ; 14. *Calvatia utriformis*. Gr. : 750 ×.

- type *perlatum* : une couche pseudoparenchymateuse, surmontée d'une couche de sphérocytes constituant les aiguillons ;
- type *mammiforme* : identique au type *perlatum*, avec en plus une couche filamenteuse formant voile au-dessus des sphérocytes ;
- type *echinatum* : au-dessus d'une couche continue de sphérocytes, les aiguillons sont formés d'hyphes allongées radialement.

Chez *Astraeus* et *Sphaerobolus*, le périidium a une structure complexe, caractérisée surtout par une couche palissadique à rôle mécanique.

Le mode d'ouverture du périidium est un caractère important. Souvent réalisée par un ostiole apical, celle-ci est laissée au hasard

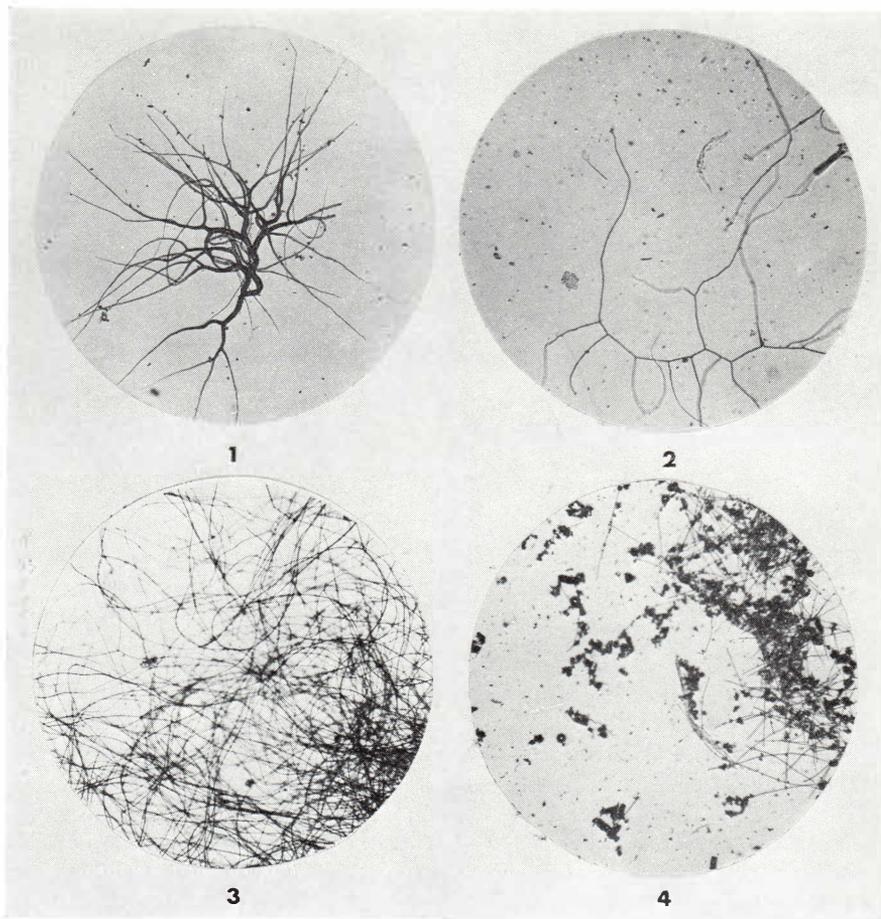


FIG. 4. — Types de capillitium de Lycoperdaceae :

1. Type *Bovista* (*Bovista plumbea*) ; 2. type de transition (*Bovista polymorpha*) ; 3. type *Lycoperdon*, élastique (*Lycoperdon pyriforme*) ; 4. type *Lycoperdon*, fragile (*Lycoperdon spadiceum*). Gr. : 43 \times .

(intempéries, animaux) chez les groupes les plus primitifs (*Scleroderma*) et chez les hypogés. Parfois (*Calvatia*), elle se produit par destruction complète de la partie supérieure du péridium, ou encore elle peut provenir d'un ostiole basal (*Disciseda*, non signalé en Belgique).

Enfin une place à part doit être faite aux Phallales, où le péridium se rompt et subsiste à la manière d'une volve à la base d'un stipe érectile qui porte la gléba à l'air.

Notons également que dans les groupes voisins des Agaricales

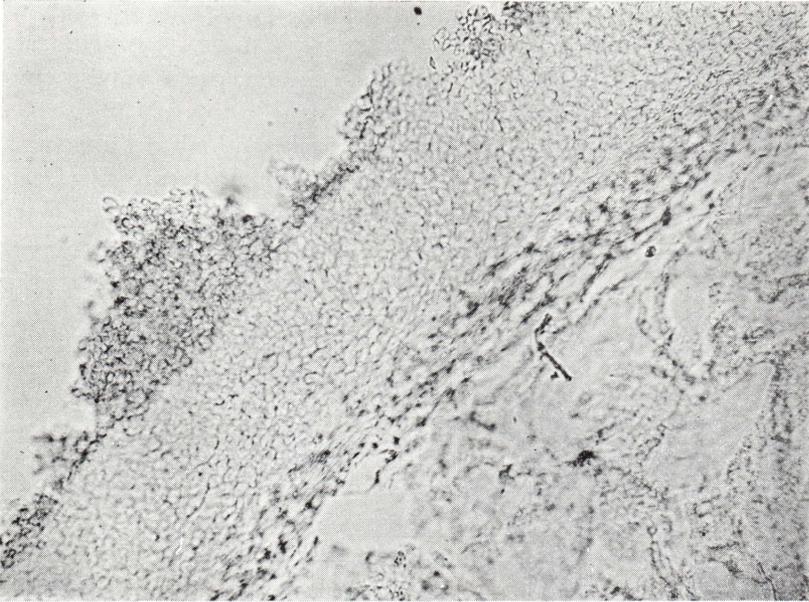


FIG. 5. — Périidium de type *perlatum* (*Lycoperdon perlatum*) : de l'intérieur vers l'extérieur : gléba hyméno-loculée-coralloïde, endopériidium plus foncé, couche pseudoparenchymateuse de l'exopériidium, aiguillons. Gr. : 100 ×.

(inconnus en Belgique), c'est vers la base du chapeau, à l'insertion sur le stipe, que la déhiscence s'effectue, comme chez les champignons à chapeau.

7. Caractères divers.

Parmi les caractères qui peuvent être utilisés sans que nous pensions devoir les commenter, citons la présence de boucles, la couleur de la sporée, l'existence de rhizomorphes, l'odeur, certaines réactions chimiques.

SYSTÉMATIQUE ET PHYLOGÉNIE

Alors que la notion d'Hyménomycètes fut très vite circonscrite dans son acception actuelle, si on s'efforce au contraire de retracer l'histoire du concept de Gastéromycètes, on ne peut qu'être frappé par l'imprécision dont il fut toujours entouré. Significatif à ce point

de vue est le fait que la classification des Agaricales de FRIES constitue un schéma qui, sans doute n'est plus employé comme tel mais auquel référence est encore souvent faite, alors qu'on ne trouve guère avant le début de ce siècle, de système cohérent des groupes actuellement englobés dans les Gastéromycètes.

En effet, pour PERSON, dont le « Synopsis methodica Fungorum » (1801) constitue le point de départ de la nomenclature des Gastéromycètes tels qu'on les entend aujourd'hui, ceux-ci sont répartis dans sa classe des Angiocarpi ; or, cette coupure englobe des champignons des plus divers, qui n'ont en commun que le fait de mûrir leurs spores au sein d'une enveloppe et qui appartiennent non seulement aux Basidiomycètes, mais aussi aux Myxomycètes, Ascomycètes et Phycomycètes. De plus, les *Clathrus* et *Phallus* sont placées dans l'autre classe, celle des Gymnocarpi.

Le « Systema mycologicum » de FRIES, paru vingt ans plus tard, ne changera rien à ce point de vue et une confusion analogue persiste encore, en 1842, dans le « Monographia Lycoperdineorum » de VITTADINI, où les *Elaphomyces* sont classés au voisinage des sclérodermes. Cet ouvrage fait par ailleurs preuve d'une grande précision dans l'observation et permet une identification sûre des espèces décrites. De ce fait, certains mycologues ont largement utilisé les noms de VITTADINI, jugeant les descriptions des auteurs antérieurs trop imprécises. Cependant, à la suite de la décision de prendre le « Synopsis » de PERSON comme point de départ de la nomenclature, une série de mises en synonymie se sont révélées nécessaires, notamment grâce aux révisions de l'herbier PERSON conservé à Leiden.

Durant la seconde moitié du XIX^e siècle, l'étude microscopique des champignons se généralise et les grandes unités connues actuellement sont mises en évidence. Les Gastéromycètes font l'objet de plusieurs travaux, synthétisés pour la première fois de façon satisfaisante en 1900, par FISCHER, pour la première édition des « Pflanzenfamilien » d'ENGLER et PRANTL ; plusieurs des unités de l'époque sont encore admises de nos jours. Une particularité de cet auteur est le fait d'ignorer le terme de Gastéromycètes. Il distingue cinq groupes, placés sur le même plan que les Hymenomycetinae : les Phallineae, Hymenogastrineae, Lycoperdineae, Nidulariineae et Plectobasidiineae. A cette époque, la tendance est cependant de reconnaître l'existence d'un groupe des Gastéromycètes, opposé à celui des Hyménomycètes par le développement des spores dans une gléba enveloppée par un périidium, au moins jusqu'à la maturation. Aussi, dans les ouvrages ultérieurs, la pulvérisation de FISCHER est-elle abandonnée.

LLOYD sera un des grands propagateurs de l'étude des Gastéromycètes considérés comme un tout. Dans son « Genera of Gastromycetes » (1902), il distingue quatre familles qui correspondent aux « Ordnung » de FISCHER, les Lycoperdineae et les Plectobasidiineae étant cependant réunis pour former la famille des Lycoperdaceae, l'auteur américain, amateur de simplicité, ne désignera plus guère ce dernier groupe que par son nom vulgaire de « puff-balls ».

HOLLÓS, en 1904, dans son monumental « Die Gasteromyceten Ungarns », qui fut pendant cinquante ans le principal ouvrage de détermination employé dans ce groupe, adopte un point de vue plus nuancé que celui de LLOYD. Au sein des Gastéromycètes, il distingue six familles, les Secotiaceae et les Sclerodermaceae étant retirées des Lycoperdaceae. La synthèse de HOLLÓS, qui représente une mise au point dépassant de loin le cadre d'une étude de floristique régionale, donne par ailleurs (pp. 21-22) une vue d'ensemble sur les diverses classifications proposées jusqu'à cette date. Il suffit de renvoyer à cette source pour comparer les conceptions des auteurs du siècle dernier, sujet dont l'exposé nous entraînerait trop loin.

Dans le même esprit que celui d'HOLLÓS, se situe le travail de PETRI (1909), élaboré pour le « Flora Italica Cryptogama », œuvre généralement méconnue, qui présente pourtant des conceptions taxonomiques très saines au niveau spécifique. Cet auteur, qui traite des Gastérales, divisées en Secotiaceae, Lycoperdaceae et Sclerodermataceae, ne se préoccupe cependant guère de la systématique de rang supérieur aux genres.

L'entre deux guerres est marqué par un intérêt accru pour l'étude morphogénétique des carpophores, à laquelle on commence à reconnaître un intérêt phylogénique. Cette période est notamment marquée par les nombreux travaux de LOHWAG et ceux consacrés aux Nidulariales par WALKER. La véritable base de cette tendance est pourtant plus ancienne et remonte à 1892, avec le travail de REHSTEINER. D'autre part, la publication de la grosse flore de COKER et COUCH (1928) constitue aussi une étape importante ; dans cet ouvrage, consacré aux Gastéromycètes nord-américains, les auteurs ne suggèrent aucun arrangement des familles, mais l'étude approfondie qu'ils en donnent permet une meilleure définition de celles-ci, dont le nombre s'élève à onze.

En 1933, la deuxième édition des « Pflanzenfamilien », où les Gastéromycètes sont toujours rédigés par FISCHER, marque le terme d'une époque où la phylogénie n'était pas encore le souci dominant en taxonomie. Ce système, qui, dans ses grandes lignes, ne diffère de celui de 1900 que par la reconnaissance d'un groupe des Gasté-

romycètes et l'individualisation d'un « Ordnung » des Podaxineae (composé des Podaxaceae et des Secotiaceae), est encore couramment employé pour des raisons de facilité ; toutefois, plus personne ne pense qu'il s'agit là d'une classification naturelle.

En résumé, on peut considérer que jusqu'à cette époque, la systématique des Gastéromycètes est établie en se basant sur quelques caractères de morphologie externe, ou parfois microscopique, très tranchés et aisément définissables, qui permettent de caractériser une demi-douzaine de groupes, dont les interrelations sont assez peu claires. L'habitat hypogé caractérise les Hymenogastrineae, la gléba mise à nu au cours du développement les Phallineae, la structure plectobasidiée les Sclerodermatineae, la structure coralloïde de la gléba et le capillitium (parfois un seul de ces caractères) les Lycoperdineae, les péridioles les Nidulariineae, la gléba disposée à la face inférieure d'un chapeau porté par un stipe les Podaxineae.

Parmi ces groupes, le plus hétérogène est sans conteste celui des Hymenogastrineae. En effet, REHSTEINER en avait, dès 1892, mis en évidence la disparité ; en se basant sur le développement des carpophores, cet auteur montre que *Hymenogaster decorus*, *Hysterangium clathroides* et *Rhizopon rubescens* sont loin d'avoir la parenté que pourrait laisser supposer leur même aspect tubéroïde. D'autres auteurs, comme BUCHHOLZ (1903), avaient pressenti la parenté de certains hypogés avec les lactaires et les russules.

Dans la classification de FISCHER, un autre groupe est également instable, celui des Podaxineae, composé d'une famille actuellement encore très isolée, les Podaxaceae, et de la famille des Secotiaceae, bien plus proche des Agaricales que des autres Gastéromycètes.

C'est par le biais de ces deux groupes que va commencer, dans les années 1930, une nouvelle phase de l'étude des Gastéromycètes. En effet, cette période va voir se combler le fossé séparant Gastéromycètes et Hyménomycètes, par la constitution de séries phylétiques comprenant des représentants des deux groupes. L'avancement des recherches dans ce domaine sera conduit par HEIM et par SINGER, qui mettront en évidence de nouveaux maillons entre Agaricales et Gastéromycètes ; cependant l'un (HEIM) interprétera la liaison entre ces groupes dans le sens d'une filiation dégradée (Agaricales → Gastéromycètes), tandis que pour l'autre (SINGER), il s'agit d'une évolution montante (Gastéromycètes → Agaricales).

La publication qui devait ébranler définitivement la systématique classique des Basidiomycètes supérieurs est « la série des Astérosporés » de MALENÇON, parue en 1931. Le minutieux observateur français y montre comment on peut passer des lactaires et des rus-

sules à des formes morphologiquement aussi simples que des hypogés tubéroïdes comme *Martellia*, *Sclerogaster* ou *Hydnangium*, en passant par l'intermédiaire d'espèces rangées dans les Secotiaceae (*Elasmomyces*, *Arcangeliella*, *Mac-Owanites*). La « régression » (dans le vocabulaire de MALENÇON) porte sur la spore, qui perd peu à peu son amyloïdité et surtout acquiert un développement de plus en plus simplifié, jusqu'à présenter une forme sphérique parfaite ; les cystides disparaissent progressivement ainsi que les pelotes de sphéro-cystes ; bien entendu le pied est de plus en plus réduit et les lames, en se réticulant, finissent par donner une gléba à logettes. HEIM, qui en 1931 avait eu l'attention attirée en même temps que MALENÇON sur les rapports entre Agarics et Gastéromycètes, va compléter cette phylogénie des Astérosporales notamment grâce à l'étude de lactario-russulés voilés découverts à Madagascar.

Partisan farouche de la théorie « dégradationniste », il soutient l'origine des Astérosporales à partir des hygrophores et décrit d'ailleurs en 1958 une espèce, *Bertrandiella ianthina*, qui lui paraît un intermédiaire idéal. Ses arguments ne convainquent absolument pas SINGER, qui est également un excellent connaisseur des Russulales et pour qui il n'existe aucun rapport entre ce groupe et les Hygrophoraceae (notamment *Bertrandia*, comme le soutenait HEIM) ; il considère *Bertrandiella* comme une Tricholomataceae, dépourvue de parenté proche aussi bien avec les Hygrophoraceae qu'avec les Russulaceae. En 1960, dans une étude approfondie de la « série astrogastracée », SINGER et SMITH, après étude d'un abondant matériel, exposent leur conception sur ce groupe. Ils avancent notamment la possibilité de placer dans la lignée phylétique des *Hydnangium* à la fois les Russulales et certaines Agaricales, tel le genre *Laccaria*.

Les Russulales ne sont pas le seul groupe auquel des découvertes récentes aient rattaché des groupes de Gastéromycètes. Dès 1931, HEIM soulignait la parenté entre certains *Secotium*, son genre *Cyttarophyllum* (pour lequel il reconnaîtra en 1950 la priorité du nom *Galeroopsis* VELENOVSKÝ) et certains ochrosporés comme les *Galera*. En 1933, ROMAGNESI mettait en évidence la parenté entre le genre *Richoniella* et les rhodophylles. SINGER, seul ou associé à SMITH, publie également à partir de 1951 de nombreuses coupures secotiées apparentées à l'un ou l'autre groupe d'Agaricales : *Thaxterogaster* lié aux cortinaires, *Endoptychum depressum* parent des *Agaricus*, *Weraroa* affine des Strophariaceae, *Brauniellula* voisin des gomphides, *Setchelliogaster* lié aux Bolbitiaceae, etc. La signification du genre *Thaxterogaster* sera d'ailleurs un des nombreux points de friction entre

HEIM et SINGER, HEIM critiquant déjà sa valeur l'année même de sa publication. SINGER et SMITH décrivent également un genre, *Neosecotium*, qui par certains caractères (notamment sporaux) ferait transition entre Secotiaceae et Lycoperdaceae.

Il serait trop long d'exposer ici en détail les arguments proposés par les différentes parties ; nous voudrions toutefois souligner le fait que, si la thèse de l'école française présente une grande cohérence pour expliquer les relations entre Agaricales et une partie des Gastéromycètes, elle a comme inconvénient d'impliquer une distinction entre les « faux » Gastéromycètes dégradés des Agaricales et les « vrais » Gastéromycètes (Nidulariales, Lycoperdales, Sclerodermales) dont l'origine, inexpiquée, serait toute différente (MALENÇON, 1955). A son actif, on doit relever les témoignages impartiaux de LANGE (1954) et de REIJNDERS (1963), mais il faut souligner que le ralliement de ces deux auteurs aux thèses « dégradationnistes » est très prudent. De plus LANGE se base uniquement sur une parenté qu'il croit établir entre Aphylophorales et Agaricales, justifiée par la présence de boucles en médaillon (longtemps tenues pour classiques de certaines Aphylophorales) chez des Agaricales, notamment des espèces pleurotoïdes. Or SINGER, dans son importante mise au point de 1958, dénie toute valeur phylétique à ce type de boucles, qui existent notamment chez des Gastéromycètes comme *Truncocolumella*. Si les boucles en médaillon, ajoute-t-il, furent considérées comme propres aux Aphylophorales, cela tient à ce qu'on ne les avait pas cherchées ailleurs. Il faut en effet se rendre compte que l'importance phytopathologique de nombreuses Aphylophorales a stimulé les recherches sur ce groupe, notamment celles portant sur les caractères végétatifs tels que les boucles. Il est certain que, si nous disposions de données complètes sur la présence de ces organes chez tous les Basidiomycètes, bien des problèmes seraient plus clairs ; en effet si leur signification taxonomique est très variable, leur présence constitue assurément un caractère de primitivité (homologie avec les crochets dangeardiens des Ascomycètes).

Un des arguments les plus valables avancés par SINGER [une synthèse très objective de l'argumentation des deux camps est donnée par cet auteur lui-même dans l'introduction de ses « Agaricales in Modern Taxonomy » (1962)] contre la théorie dégradationniste dans la série des astérosporés est le suivant : les boucles manquent chez les Russulaceae, alors que les formes les plus « dégradées » d'Astero-gastraceae en sont pourvues !

Signalons enfin à l'actif de la théorie de SINGER son « argument statistique ». Les Gastéromycètes représentent en effet, au sein des

Basidiomycètes, un groupe relativement restreint ; de plus, parmi eux, les taxons les plus affines aux Agaricales sont en nombre réduit, constituant des types généralement assez isolés systématiquement et montrant une concentration dans des régions riches en formes relictuelles (Australie, Nouvelle-Zélande) ; ce sont là des signes caractéristiques d'un groupe ancien. Les Agaricales, par contre, en raison du nombre élevé d'espèces et de leur polymorphisme, ont tout l'aspect d'un phylum jeune en pleine évolution conquérante. Cet argument n'a pas manqué de frapper REIJNDERS (1963), alors que les conclusions de sa propre étude (développement des carpophores) le portaient plutôt à soutenir la thèse de l'école française.

De toute manière, et ces auteurs eux-mêmes en sont généralement conscients, de telles discussions sont avant tout théoriques ; si l'accord peut se réaliser sur un enchaînement de formes, en l'absence de preuves paléontologiques, la direction évolutive qu'on lui attribue est surtout affaire d'intuition personnelle. Le seul argument de poids qui pourrait éclaircir une telle discussion, serait la démonstration de l'affinité des Agaricales pour les Aphyllophorales, impliquant alors la filiation Aphyllophorales — Agaricales — Gastéromycètes, car il serait difficile de voir dans les Aphyllophorales des formes dégradées. La thèse adverse pourrait par contre être démontrée si on localisait l'origine des Gastéromycètes dans des groupes inférieurs. A ce sujet, signalons que LOHWAG (1926) voyait les Gastéromycètes débiter parmi les Aphyllophorales inférieures et que HOLM (1949, 1954) a mis en évidence les affinités entre Tubérales et certains Gastéromycètes. Si aucune de ces deux possibilités ne semble satisfaisante, le travail de HOLM mérite cependant mieux que les railleries que lui réservent les auteurs dégradationnistes.

Nous clôturerons ces considérations phylogéniques en signalant que l'absence de données paléontologiques en matière de mycologie n'est vraisemblablement pas aussi totale qu'on le pense généralement. En effet, des spores de champignons sont conservées dans bon nombre de sédiments ; malheureusement, sans doute en raison de leur petite taille, elles n'ont été que très occasionnellement étudiées par les palynologistes. Les spores de Gastéromycètes étant très caractéristiques des différents groupes, et possédant de plus la symétrie axiale dont sont dépourvues celles des Agaricales (MALENÇON, 1942, 1950), la palynologie appliquée aux champignons pourrait se révéler riche en trouvailles insoupçonnées.

Mise à part la controverse HEIM-SINGER et les recherches qu'elle a stimulées sur les hypogés et les Secotiaceae, les trente dernières années ont vu la publication à partir de 1955 par MALENÇON, qui est

après HEIM le principal tenant de l'école dégradationniste, d'études morphologiques détaillées sur l'une ou l'autre espèce remarquable. Bien que portant sur un nombre restreint de taxons, ces travaux, par leur précision, ont une grande incidence systématique ; ils permettent par exemple de retirer le genre *Glischroderma* du voisinage des *Tulostoma*, où le plaçaient tous les mycologues, à la suite de FISCHER, en montrant que cette espèce est en réalité basidioconidiée et voisine des curieux *Lycoperdellon*.

A l'occasion de recherches sur le *Torrendia pulchella* (1955), ce même auteur donne la forme la plus élaborée de la systématique dégradationniste, impliquant une dualité entre faux Gastéromycètes et Gastéromycètes vrais. Les premiers seraient dérivés des Agaricales et comprendraient les Boletogastraceae, Asterogastraceae, Richonelliaceae, Hymenogastraceae s.s., Cyttarophyllaceae, Secotiaceae s.s., Coprinogastraceae, Gyrophragmiaceae et Podaxaceae ; par sur-évolution, ils donneraient les Phallaceae. Les vrais Gastéromycètes correspondraient aux familles suivantes : Tylostomataceae, Phelloriniaceae, Battaraeaceae, Lycoperdaceae, Torrendiaceae, Protogastraceae, Nidulariaceae, Sclerodermataceae et Melanogastraceae ; leur origine est inconnue et ils sont caractérisés par le type plectohyménien, l'hyménium, lorsqu'il existe, tapissant des locules clos qui se différencient indépendamment au sein d'une gléba primitivement homogène. Il est toutefois regrettable que cet auteur semble ne pas avoir étudié en détail les types les plus franchement hyméniés des Lycoperdaceae et qu'il tire ses conclusions à partir d'espèces qui sont classiquement considérées comme plectobasidiées.

Cette conception de MALENÇON était suffisamment séduisante, pour que PILÁT en 1958 adopte dans le « Flora ČSR-Gasteromycetes », ouvrage qui fait date dans la floristique de notre sujet, une classification qui en est inspirée.

Voici le résumé de la clé des ordres proposée par PILÁT :

- 1A. Gléba de type uni- ou pluri-pilée (*) ou coralloïde. Un hyménium. Cystides parfois présentes.
- 1B. Gléba uni- ou pluri-pilée.
- 1C. Gléba enfermée durant la jeunesse dans un périidium globuleux ou ovoïde, composée d'une partie sporifère et d'un réceptacle

(*) Par ce terme, nous transcrivons le latin pileatus, en allemand hütig, en anglais pileate. Une gléba unipilée comprend un stipe (éventuellement désigné comme columelle dans sa partie supérieure) portant un chapeau. Dans le type pluripilée, plusieurs arbuscules hyméniés partent de la face interne du périidium.

très spectaculaire, de structure pseudoparenchymateuse (*) ; à maturité, celui-ci se développe brusquement, rompt le péridium et met à nu la gléba déliquescente.

Ord. I. *Phallales*

2C. Gléba disposée à la face inférieure d'un chapeau porté par un stipe. Ord. VI. *Podaxales*

2B. Gléba coralloïde. Carpophores presque toujours dépourvus de stipe, souvent souterrains.

1D. Gléba plus ou moins charnue, mais non cartilagineuse.

Ord. III. *Hymenogastrales*

2D. Gléba cartilagineuse ou trémelloïde.

1E. Spores ellipsoïdes-fusifformes ou pyriformes, ornées de côtes longitudinales. Ord. IV. *Gautieriales*

2E. Spores cylindriques ou ellipsoïdes, lisses.

Ord. II. *Hysterangiales*

3B. Gléba inversément coralloïde, pulvérulente à maturité mais sans capillitium. Carpophores souterrains.

Ord. V. *Gastrosporiales*

2A. Gléba lacuneuse ou atypiquement coralloïde. Basides généralement réunies en amas ou dispersées dans la gléba, mais pouvant également former un hyménium à la surface de logettes closes. Gléba pulvérulente à maturité. Jamais de cystides.

1F. Gléba à maturité se résolvant en poussière ou en périodioles. Carpophores aériens ou semi-hypogés.

1G. Hyménium tapissant les cavités de la gléba. Capillitium normalement présent. Ord. VII. *Lycoperdales*

2G. Basides dispersées ou remplissant des locules. A quelques exceptions près, pas d'hyménium régulier.

1H. Gléba pulvérulente. Ord. IX. *Sclerodermatales*

2H. Des périodioles. Ord. X. *Nidulariales*

2F. Gléba mûre pulpeuse, dépourvue de capillitium. Carpophores souterrains, rarement stipités et superficiels à maturité.

Ord. VIII. *Melanogastrales*

PILÁT donne des Gastéromycètes la définition classique : maturation des spores non liée à l'exposition à l'air. Rappelons que MALENÇON insiste sur la formation des spores, qui se développent symétriquement dans le prolongement des stérigmates. Pour SINGER,

(*) La désignation du réceptacle des Phallales comme une partie de la gléba est certainement très contestable.

ce critère est irrégulier dans le cas des champignons sécotioides et cet auteur insiste surtout sur l'impossibilité de déposer une sporée, les spores n'étant pas projetées mécaniquement et la disposition de l'hyménium ne permettant pas leur chute.

La plus récente classification proposée, celle de GÄUMANN (1964), relève du même esprit que PILÁT : distinction entre vrais et faux Gastéromycètes. L'auteur distingue cependant trois groupes, en donnant aux Phallales une place à part. Son aperçu est également original en ce qui concerne les Hymenogastraceae s.s. : il en fait de « vrais » Gastéromycètes (Gastrales) et limite les « faux » (Agaricogastrales) aux séries Podaxaceae (incl. Secotiaceae), Asterogastraceae et Boletogastraceae.

Personnellement, nous adoptons la classification de PILÁT, qui nous paraît jusqu'à présent la plus pratique, tout en y ayant apporté certaines modifications (DEMOULIN, 1968), notamment la création d'un ordre des Tulostomatales.

LA DÉTERMINATION DES GASTÉROMYCÈTES EUROPÉENS

La seconde partie de cet article doit permettre la détermination des espèces belges et elle est également valable pour la plupart des espèces européennes. Toutefois, pour l'identification d'espèces steppiques ou méditerranéennes, ainsi que pour confirmer une détermination d'espèce critique, il est nécessaire d'avoir recours à des ouvrages plus complets ou à des descriptions plus poussées.

Le plus utile est sans aucun doute le « Flora ČSR — ser. B, 1 — Gasteromycetes » (PILÁT edit., 1958). Cet ouvrage est, grâce à ses clés latines et son abondante iconographie, le plus employé de ceux traitant de l'ensemble des Gastéromycètes. Il a largement dépassé les flores de HOLLÓS (1904) et de PETRI (1909), relatives respectivement à la Hongrie et à l'Italie et que l'on ne peut d'ailleurs que difficilement se procurer.

Fort utile également mais ne concernant que les espèces épigées atteignant le nord de l'Europe est le travail d'ECKBLAD (Norvège, 1953) auquel fait pendant pour les hypogés celui de LANGE (Danemark, 1956). Pour les hypogés, la publication de HAWKER (Grande-Bretagne, 1954) est également très utile.

Pour les Lycoperdaceae, on consultera avec profit l'ouvrage de KREISEL (République démocratique allemande, 1962) et la monographie du genre *Bovista* du même auteur (1967) ; pour les Geastra-

ceae, on pourra utiliser en plus de la clé de STANEK dans le « Flora ĀSR », celles de VAN EYNDHOVEN (Pays-Bas, 1957), de KREISEL (Allemagne septentrionale, 1958) et de DISSING et LANGE (Danemark, 1961).

Citons également un article intéressant pour situer du matériel exotique : la clé des genres à l'échelle mondiale de ZELLER (1949) ; quatre ouvrages extraeuropéens peuvent aussi être utiles par l'importance de leurs descriptions ou de leur iconographie : COKER et COUCH (Amérique nord-orientale, 1928), CUNNINGHAM (Australie et Nouvelle-Zélande, 1942), BOTTOMLEY (Afrique du Sud, 1948) et SMITH (U.S.A. : Michigan, 1951).

D'un point de vue nomenclatural et bibliographique, on se référera avec profit au « Catalogue » de PALMER (Grande-Bretagne, 1968). Les conceptions nomenclaturales de cet auteur, qui a bien voulu discuter le présent travail, ne sont en opposition avec les nôtres que sur quelques points seulement (*Geastrum fimbriatum* principalement).

Enfin rappelons que nous avons décrit de manière plus détaillée les Sclerodermatales, Tulostomatales et Lycoperdales reprises dans cette clé (1968). Comme pour ce travail, les autres groupes traités ici ont été étudiés sur la base principale des collections que nous avons rassemblées au laboratoire de Cryptogamie de l'Université de Liège (LG) et de l'herbier du Jardin Botanique national de Belgique à Bruxelles (BR). Nous remercions M. J. LAMBINON, suppléant au département de Cryptogamie de l'Université de Liège, qui nous a apporté aide et encouragement tout au long de nos recherches sur les Gastéromycètes, ainsi que M. F. DEMARET, directeur du Jardin Botanique national, pour le prêt des riches collections de l'Institution qu'il dirige.

CLEFS DE DÉTERMINATION DES GASTÉROMYCÈTES DE BELGIQUE

Clef des ordres

- 1a. Gléba déliquescente, d'odeur plus ou moins fétide, portée sur un réceptacle de morphologie très caractéristique (phalloïde ou en forme de cage), qui se développe à partir d'un « œuf », formé d'une paroi membraneuse et d'une masse gélatineuse qui subsistent en une volve à la base du réceptacle. Spores lisses et ovales **Phallales**

- 1b. Gléba non déliquescente ou champignons hypogés (tubéroïdes) 2
- 2a. Champignons hypogés (tubéroïdes) (exception parmi les espèces non belges) 3
- 2b. Champignons épigés (rares exceptions parmi les espèces non belges) 5
- 3a. Un hyménium tapissant des cavités 4
- 3b. Pas d'hyménium bien défini, locules plus ou moins pleins. Gléba pulpeuse et noirâtre à maturité. Spores lisses, brun foncé, tronquées à la base **Melanogastrales**
- 4a. Gléba cartilagineuse. Spores lisses, ellipsoïdes, hyalines à faiblement colorées. Une columelle **Hysterangiales**
- 4b. Gléba non cartilagineuse. Spores de types divers mais lorsqu'elles pourraient être confondues avec celles de la rubrique précédente, il n'y a pas de columelle (*Rhizopogon*) **Hymenogastrales**
- 5a. Présence de péridioles (cavités hyméniées entourées d'un cortex complexe très dur, qui sont disséminées) **Nidulariales**
- 5b. Pas de péridioles 6
- 6a. Présence d'un stipe authentique, anatomiquement différencié de la tête fertile qu'il porte. Gléba pleine, homogène **Tulostomatales**
- 6b. Pas de stipe 7
- 7a. Gléba pleine, homogène. Pas de basidiospores mais des conidies formées le long des hyphes de la gléba **Glischrodermatales**
- 7b. Gléba présentant au moins des locules séparés par des veines stériles 8
- 8a. Locules de la gléba de faible développement, hyménium peu développé. Pas de capillitium **Sclerodermatales**
- 8b. Gléba coralloïde (locules très développées à parois hyméniées). Un capillitium **Lycoperdales**

SCLERODERMATALES

- 1a. Péridium unistrate, filamenteux **Sclerodermataceae**
- 1b. Péridium de structure complexe 2
- 2a. Spores rondes et ornementées. Champignon à aspect de *Geastrum*, atteignant plusieurs cm de diamètre **Astraeaceae**

- 2b. Spores ellipsoïdes et lisses. Carpophore de quelques mm de diamètre. Gléba éjectée à maturité . **Sphaerobolaceae**

Sclerodermataceae

- 1a. Pas de fausses péridoles. Périidium tenace ou assez fragile, mais dans ce cas franchement verruqueux 1. **Scleroderma**
- 1b. Massifs fertiles individualisés en fausses péridoles, distinguables macroscopiquement. Périidium lisse, se détruisant rapidement 2. **Pisolithus**

1. **Scleroderma.**

- 1a. Spores réticulées. Boucles régulièrement présentes, aussi bien sur les hyphes de la gléba que sur celles du périidium. Périidium tenace, d'une couleur nettement dominée par le jaune 2
- 1b. Spores à verrues isolées. Boucles exceptionnelles. Périidium tenace ou fragile 3
- 2a. Spores à réticulation caténulée. Périidium très épais, à surface fréquemment très écailleuse. Espèce acidophile, essentiellement sylvatique. Très répandu dans les régions acides et boisées, ne manque qu'au littoral. [Fig. 2, 1 ; fig. 6] **S. citrinum** PERS.
[Syn. : *S. vulgare* FR., *S. aurantium* AUCT. non L. trans PERS.]
- 2b. Spores à ornementation formée d'un réseau de crêtes de hauteur régulière. Périidium mince, lisse ou à écailles peu marquées, souvent orange et même teinté de rouge ou de violacé à la base. Espèce apparemment neutrophile, se rencontrant aussi bien dans les pelouses que dans les bois. Existe vraisemblablement dans tous les districts mais trouvée le plus régulièrement dans les districts littoral et mosan. [Fig. 2, 2] **S. bovista** FR.
- 3a. Périidium épais, jaunâtre à brun, lisse ou grossièrement craquelé. Spores de 9,1 - 11,1 - 12,1 - 15,4 μ de diamètre, plus des épines de 1,3 - 1,5 μ . Rare espèce qui n'est connue avec certitude que de deux stations (anciennes) de la région gantoise mais qui pourrait exister ailleurs. [Fig. 2, 3] **S. cepa** PERS.
- 3b. Périidium mince, très fragile à maturité, brun, à fines écailles tranchant sur un fond plus clair 4
- 4a. Spores de 8,0 - 9,1 - 9,6 - 11,6 μ de diamètre (plus des épines de 1,0 - 1,4 μ). Carpophore atteignant 7 cm de diamètre, porté par un pseudostipe généralement bien développé, attei-



FIG. 6. — *Scleroderma citrinum* (avec son bolet parasite, *Xerocomus parasiticus*) [Angleur, bois Saint-Jacques, photo P. PESCHEUR].

gnant 5 cm, typiquement lacuneux. Périidium d'un brun souvent rougeâtre, ne devenant brun jaune que dans la vieillesse, d'abord lisse, puis à couche extérieure fissurée et formant finalement des écailles irrégulières qui peuvent se soulever sur leurs bords et ne sont jamais entourées d'une aréole plus ou moins distincte (au sommet du carpophore, les écailles ne se forment que très tardivement). Espèce à tendance thermophile et recherchant des sols riches (parcs notamment) [Fig. 2, 4]

• • • • • **S. verrucosum** BULL.

trans PERS. ss. GREV.

- 4b. Spores de 9,2 - 11,0 - 12,2 - 14,0 μ de diamètre (plus des épines de 1,4 - 1,6 μ). Carpophore de 2-3 (— 4) cm de diamètre, porté par un pseudostipe très court et non remarquablement lacuneux. Périidium jaunâtre, orné dès la jeunesse d'écailles très foncées, petites et de contour régulier, fréquemment entourées d'une sorte d'aréole. Espèce sylvatique, tolérant des sols plus pauvres que la précédente (mais les deux espèces peuvent croître ensemble dans certaines localités),



FIG. 7. — *Astraeus hygrometricus* [matériel français].

pas très commune mais trouvée dans la quasi totalité du pays

. **S. areolatum** EHRENB.

[syn. *S. lycoperdoides* SCHWEIN.]

N.B. : **S. polyrhizum** PERS. (syn. : *S. geaster* FR.) est une espèce méditerranéenne caractérisée par sa petite spore (moins de $10\ \mu$ de diamètre), à réticulation très imparfaite, son péridium lisse, sa grande taille et sa déhiscence en étoile.

2. **Pisolithus.**

Une seule espèce, à spores de $6,7 - 7,1 - 7,8 - 8,8\ \mu$ de diamètre (plus des épines de $0,7 - 1\ \mu$). Ne se rencontre actuellement en Belgique que sur des terrils charbonniers (district mosan) . . .

. **Pisolithus arhizus** (PERS.) RAUSCH.

[syn. : *P. arenarius* ALB. et SCHWEIN., *P. tinctorius* (PERS.) COKER et COUCH]

Astraeaceae

Un seul genre, **Astraeus**, et peut-être une seule espèce, **Astraeus hygrometricus** (PERS.) MORG. [Fig. 2, 6 ; fig. 7], xérophile, très abondante en région méditerranéenne mais qui n'a été trouvée

qu'exceptionnellement en Belgique. A ne pas confondre avec les *Geastrum* (voir ceux-ci).

Sphaerobolaceae

Un seul genre et une seule espèce en Belgique. Carpophore blanc ou jaunâtre, s'ouvrant en étoile au sommet, permettant l'éjection de la gléba par retournement de la couche palissadique. Ce champignon, qui colonise des débris ligneux, a été assez rarement récolté, sans doute en raison de sa petite taille. [Fig. 1 ; fig. 2, 7]

Sphaerobolus stellatus TODE per PERS.

MELANOASTRALES

Melanogastraceae

Un seul genre, **Melanogaster**, a été rencontré en Belgique. Il se caractérise par sa gléba noire à maturité (spores brun foncé).

1a. Spores de $6-9 \times 3-4 \mu$. Champignon apparaissant régulièrement en forêt de Soignes, trouvé dans quelques autres localités, notamment de l'Entre-Sambre-et-Meuse. [Fig. 2, 8]

M. broomeianus BERK. emend. ZELLER et DODGE
[syn. : *M. variegatus* AUCT. non VITT.]

1b. Spores de $12-16 \times 8-9,5 \mu$, citrifformes. Périidium brun terne. Trouvé une fois à Bruxelles

M. ambiguus (VITT.) TUL.

N.B. : **M. tuberiformis** CORDA, à spores de $11-12 \times 6-7 \mu$ et à périidium brun rouge intense, a été trouvé au Grand-Duché de Luxembourg.

TULOSTOMATALES

Tulostomataceae

Un seul genre en Belgique : **Tulostoma**.

1a. Pied non squamuleux. Une zone brune autour du péristome 2

1b. Pied brun foncé, fortement squamuleux, la plupart des squames retroussées. Pas de zone brune autour du péristome. Rare espèce des sites calcaires très secs du district mosan [Fig. 8].

T. squamosum J. F. GMEL. trans PERS.

2a. Pied clair, blanc à café au lait. Spores de $3,4-3,9-4,2-4,9 \mu$, à ornementation formée de verrues distantes les unes des



FIG. 8. — *Tulostoma squamosum* [Yvoir, rochers de Champalle]. Gr. env. 3 ×.

autres. Capillitium mince, ne dépassant pas 6 μ de diamètre, mais extrêmement renflé (jusqu'à 12 μ) au niveau des cloisons, parsemé de plaquettes ou de cristaux réfringents. Espèce des endroits secs et calcaires, répandue dans les districts maritime et mosan. [Fig. 2, 9 ; fig. 3, 1] **T. brumale** PERS. per PERS.

2b. Pied brun foncé. Spores de 4,6 - 4,8 - 5,3 - 6,8 μ , densément aiguillonnées. Capillitium plus large (jusqu'à 10 μ), à peine renflé au niveau des cloisons, sans plaquettes ni cristaux. Espèce des endroits sablo-calcaires, trouvée dans les districts maritime et lorrain. [Fig. 2, 10 ; fig. 3, 2]

* * * * * **T. melanocyclus** BRES.

N.B. : **T. fimbriatum** FR. (syn. : *T. granulosum* LÉV.), signalé dans les pays limitrophes, est à rechercher en Belgique ; il se reconnaît aisément à son péristome aplati, formé de fibrilles agrégées.

LYCOPERDALES

- 1a. Exopériidium s'ouvrant en lobes étoilés . **Geastraceae**
- 1b. Exopériidium restant généralement appliqué à l'endopériidium, ne s'ouvrant jamais en étoile 2
- 2a. Endopériidium très épais, peu différencié de l'exopériidium. Boucles présentes. Capillitium épineux. Spores d'une dizaine de μ de diamètre **Mycenastraceae**
- 2b. Endopériidium mince. Boucles absentes. Capillitium non épineux. Spores ne dépassant presque jamais 6 μ **Lycoperdaceae**

Mycenastraceae

La seule espèce de cette famille, **Mycenastrum corium** (GUERSENT ex LAM. et DC.) DESV. [Fig. 2, 11 ; fig. 3, 3], champignon globuleux d'une dizaine de cm de diamètre, blanc, puis brun après disparition de l'exopériidium, n'a été trouvé qu'une année en Belgique, dans le district maritime.

Geastraceae

Un seul genre en Belgique : **Geastrum**. L'autre genre européen, **Myriostoma**, qui ne comporte qu'une espèce, **M. coliforme** (WITH. trans PERS.) CORDA, se caractérise par un endopériidium porté par de nombreux pédicelles et une ouverture se faisant par de multiples ostioles.

Geastrum.

- 1a. Endopériidium adhérent à l'exopériidium et laissant ainsi la gléba à nu. Espèce semblable par ses autres caractères à *G. triplex*, trouvée une seule fois dans les dunes littorales **G. melanocephalum** (CZERN.) STANĚK [syn. : *Trichaster melanocephalus* CZERN.]
- 1b. Endopériidium normal 2
- 2a. Carpophore hygrosopique (sur matériel sec, les lanières se recourbent fortement sur l'endopériidium et il est difficile de dégager celui-ci sans les briser). Espèce des pelouses calcaireuses sèches du district mosan. [Fig. 2, 13] **G. recolligens** (WOODW. per RELH. em SOW.) DESV.

N.B. : Une espèce voisine, signalée aux Pays-Bas, **G. floriforme** VITT., se distingue par un péristome tout à fait indéfini au lieu d'être \pm délimité et par des spores plus grosses (4 - 6 μ au lieu de 3 - 4 μ). Ces *Geastrum* hygro-

métriques ne doivent pas être confondu avec *Astraeus hygrometricus*, qui est dépourvu de capillitium, de pseudocolumelle et dont l'ouverture de l'endopériidium se fait par une perforation irrégulière.

- 2b. Carpophore non ou faiblement hygrosopique 3
- 3a. Carpophore jeune en forme de bulbe de tulipe. Mycélium agglomérant limité à la base du carpophore. Couche mycélienne composée d'hyphes d'env. 5 μ de diamètre, avec des cloisons et des boucles. Espèce assez fréquente au littoral et se retrouvant sur des sols sableux ou limoneux riches (parcs, ...) au N. du sillon Sambre-et-Meuse **G. triplex** JUNGH.
- 3b. Carpophore jeune globuleux. Mycélium agglomérant réparti à la surface de tout l'exopériidium 4
- 4a. Endopériidium sessile. Spores de 2,5 - 2,8 - 3,2 - 3,4 μ , cyanophiles. Espèce la plus fréquente du genre, trouvée dans tout le pays bien qu'assez rare (abondante seulement dans les plantations de résineux sur sable du district lorrain). [Fig. 2, 12 ; fig. 3, 4 ; fig. 9] **G. fimbriatum** FR.
[syn. : *G. rufescens* PERS. per PERS. em. KITS VAN WAVEREN, nom. ambiguum]
- 4b. Endopériidium \pm pédicellé (à pédicelle parfois masqué sur matériel frais par la couche charnue). Spores plus grandes, non cyanophiles 5
- 5a. Péristome fimbrié 6
- 5b. Péristome sillonné 9
- 6a. Carpophore forniqué : la couche mycélienne reste dans le sol et le carpophore se dresse sur les extrémités des lanières 7
- 6b. Carpophore non forniqué 8
- 7a. Carpophore de grande taille. Péristome non délimité. Spores de 3,1 - 3,4 - 3,6 μ . Espèce trouvée une seule fois en Belgique (district picardo-brabançon) au siècle dernier **G. fornicatum** (HUDS. per WINCH, THORNH. et WAUGH) HOOK.
- 7b. Carpophore de moins de 5 cm de diamètre. Péristome délimité. Spores de 3,7 - 4,0 - 4,6 - 5,0 μ . Espèce assez régulièrement récoltée, notamment sous les résineux sur calcaire **G. quadrifidum** PERS. per PERS. em PERS.
[syn. : *G. coronatum* SCHAEFF. trans SCHROET. non PERS.]
- 8a. Carpophore petit (1 - 4,5 cm). Péristome délimité. Endo- et exopériidium typiquement couverts de cristaux d'oxalate. Espèce des endroits secs et calcaires, connue des districts maritime et mosan **G. minimum** SCHWEIN.

N.B. : Une espèce voisine, de plus grande taille, sans cristaux, à spores plus verruqueuses et capillitium plus gros n'est pas connue de Belgique ; il s'agit de **G. coronatum** PERS.

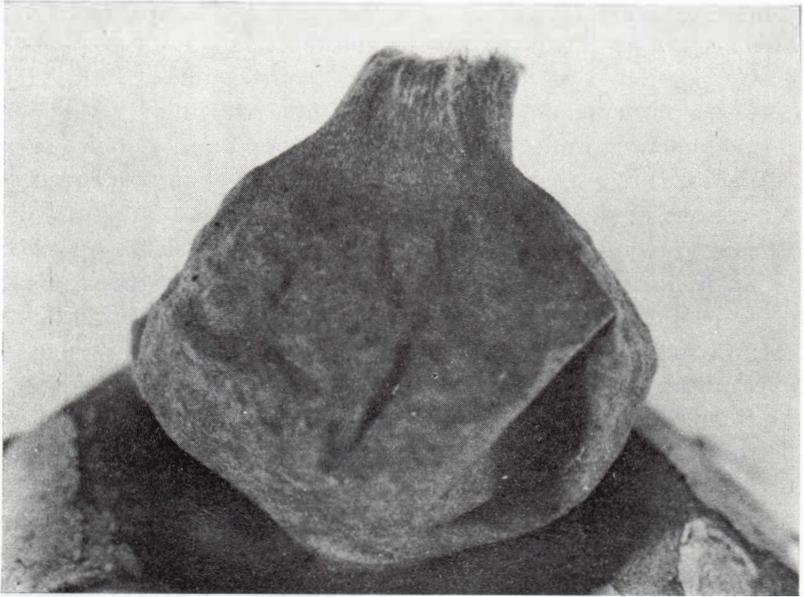


FIG. 9. — *Geastrum fimbriatum* : type de péristome fimbrié non délimité. Gr. env. 3 ×.

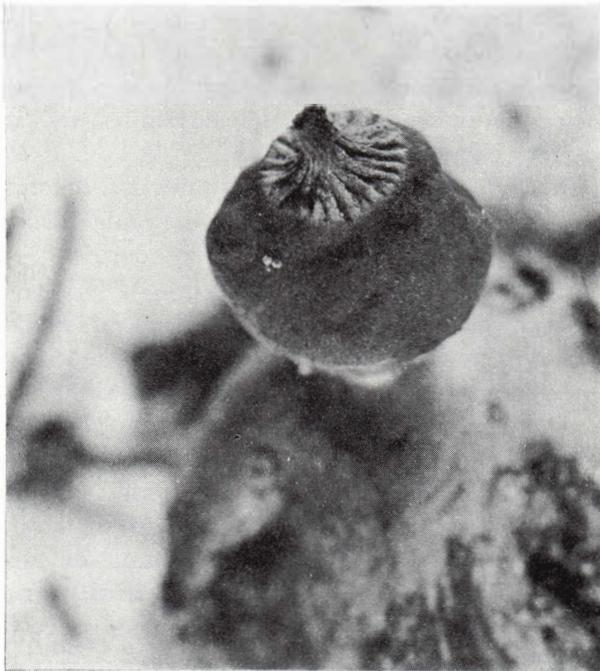


FIG. 10. — *Geastrum nanum* : type de péristome sillonné délimité. Gr. env. 3 ×.

- 8b. Carpophore de taille moyenne (5 cm ou plus). Péristome non délimité. Pas de cristaux. Nuance rosée de l'exopéridium. Espèce connue seulement de 2 stations (districts picardo-brabançon et ardennais) **G. vulgatum** VITT. [syn. : *G. rufescens* PERS. per PERS. ss. Auct. plur. non KITS VAN WAVEREN, nom. ambiguum]
- 9a. Carpophore de taille petite à moyenne (2 - 5 cm). Pédicelle court. Péristome nettement délimité, muni de 15-20 sillons très marqués. Spores de 4,0 - 4,4 - 4,6 - 4,9 μ . Espèce connue seulement avec certitude du district maritime. [Fig. 10] **G. nanum** PERS.
- N.B. : Deux espèces voisines n'ont pas été trouvées en Belgique ; ce sont **G. badium** PERS., qui est dépourvu de pédicelle, et **G. pseudostriatum** HOLLÓS, qui a un endopéridium lisse et non rugueux.
- 9b. Carpophore de taille moyenne. Pédicelle plus élancé. Péristome déterminé ou non, muni d'env. 20 sillons assez peu marqués. Spores plus petites 10
- 10a. Apophyse à bord remarquablement aigu. Péristome déterminé. Spores à verrues assez basses, de 0,35 μ de haut. Espèce trouvée en une seule station (district picardo-brabançon). [Fig. 2, 15] **G. striatum** LAM. et DC. [syn. : *G. bryantii* BERK.]
- 10b. Apophyse normale. Péristome non déterminé. Spores à verrues remarquablement élevées, de 0,8 à 0,95 μ de haut. Espèce trouvée régulièrement dans quelques stations sous épicéas en Haute Belgique. [Fig. 2, 14 ; fig. 11] **G. pectinatum** PERS.

Lycoperdaceae

- 1a. Subgléba présente, celluleuse, c'est-à-dire creusée de nombreuses logettes aisément visibles à l'œil nu, ayant un aspect analogue à celui de la pierre ponce. Exopéridium pourvu de cellules rondes à parois épaissies (sphérocytes) (type *perlatum*) 2
- 1b. Pas de subgléba ou subgléba compacte, d'ailleurs peu développée. Exopéridium présentant ou non des cellules rondes 5
- 2a. Spores libérées par destruction irrégulière du péridium. Dans nos espèces, capillitium de type *Lycoperdon*, poré et très fragile 5. **Calvatia**
- 2b. Spores libérées par un ostiole apical 3
- 3a. Diaphragme (cloison membraneuse) présent, séparant la subgléba de la gléba. Capillitium très rare, remplacé par un paracapillitium (filaments hyalins septés) 3. **Vascellum**

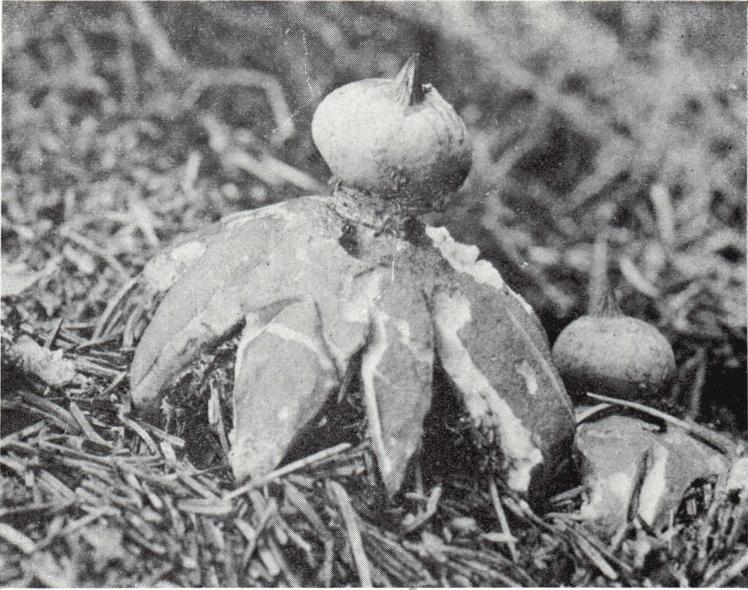


FIG. 11. — *Geastrum pectinatum* [Martelange, photo P. PESCHEUR].

- 3b. Pas de diaphragme, tout au plus un pseudodiaphragme. Capillitium abondant 4
- 4a. Capillitium de type *Bovista* (composé d'unités distinctes, présentant un tronc principal et des ramifications). Spores apparemment lisses et pédicellées **Bovistella**
- 4b. Capillitium de type *Lycoperdon* (pas d'unités distinctes). Spores verruqueuses ou rarement apparemment lisses, mais dans ce cas non pédicellées (aucune espèce à spores pédicellées n'a été trouvée en Belgique) 2. **Lycoperdon**
- 5a. Endopériidium à ouverture basale, mais paraissant apicale à maturité, les exemplaires se libérant de la partie inférieure de l'exopériidium et se retournant **Disciseda**
- 5b. Endopériidium à ouverture non basale. Exopériidium différent 6
- 6a. Spores libérées par destruction du périidium. Carpophore toujours blanc, de très grande taille (plusieurs dizaines de cm de diamètre). Exopériidium à couche filamenteuse très développée. Capillitium régulièrement septé et très fragile, de type *Lycoperdon* 4. **Langermannia**
- 6b. Spores libérées par un ostiole apical. Carpophore plus petit (deux espèces atteignant 6 cm de diamètre ; elles présentent

un endopériidium brun noir et un capillitium typique de *Bovista*, élastique, dépourvu de pores et de cloisons). Exopériidium à couche filamenteuse moins développée . 1. **Bovista**

N.B. : Les genres **Bovistella** et **Disciseda** n'ont pas été trouvés en Belgique, mais certaines espèces ont été signalées aux Pays-Bas, notamment **Bovistella radicata** (DUR. et MONT.) PAT., **Disciseda calva** (MORAVEC) MORAVEC et **D. bovista** (KLOTZSCH) P. HENNIGS. *D. calva* diffère de *D. bovista* par sa petite taille (1 - 2 cm), sa couleur plus grise, ses spores petites (4 - 5,5 μ contre 5,5 - 7,5 μ) et plus finement verruqueuses. **D. arida** VELEN., de Tchécoslovaquie, ne diffère de *D. bovista* que par des spores encore plus ornementées et à pédicelle un peu plus long.

1. **Bovista.**

- 1a. Carpophore pourvu d'une base stérile. Spores sublisses 2
- 1b. Carpophore dépourvu de base stérile. Spores sublisses ou verruqueuses 3
- 2a. Exopériidium contenant des sphérocytes. Capillitium de type *Lycoperdon*, avec des ramifications amphiseptales (de part et d'autre d'une cloison) ; pores nombreux et très évidents. Rare espèce des bois calcaires du district mosan
- **B. pusilliformis** (KREISEL) KREISEL
- 2b. Exopériidium filamenteux dans sa partie externe ou ne comprenant qu'un nombre restreint d'articles plus ou moins isodiamétriques. Capillitium tendant nettement vers le type *Bovista*, à ramification généralement dichotome ; pores petits, à peine visibles sans immersion. Espèce arénicole et assez calcicole, fréquente dans le district maritime, trouvée également dans les districts flandrien et lorrain. [Fig. 3, 5 ; fig. 4, 2] **B. polymorpha** (VITT.) KREISEL

N.B. : La présence en Belgique de **B. dakotensis** (BRECKLE) KREISEL, qui se distingue de *B. polymorpha* par un exopériidium plus ornementé et un capillitium tendant plus sur le type *Lycoperdon*, est à prouver.

- 3a. Capillitium fragile, mince (4 μ), abondamment poré. Spores rondes, verruqueuses, dépourvues de pédicelle. Espèce habituellement arénicole, préférant généralement des sables plus acides que *B. polymorpha* mais trouvée aussi en *Xerobrometum* sur calcaire ; semble manquer dans le district ardennais. [Fig. 2, 16 ; fig. 3, 6 ; fig. 12] **B. pusilla** BATSCH trans PERS.
- 3b. Capillitium élastique, à pores peu abondants ou absents. Spores souvent elliptiques, pédicellées 4
- 4a. Capillitium très peu ramifié, pourvu de cloisons au moins dans la partie centrale. Exopériidium faiblement verruqueux. Rare

espèce des endroits secs et calcaires, trouvée dans les districts maritime, mosan et lorrain. [Fig. 2, 17; fig. 3, 7]

B. limosa ROSTRUP

4b. Capillitium très ramifié, typiquement bovistoiide. Exopériidium lisse, séchant sur un endopériidium parcheminé 5

5a. Capillitium poré. Carpophores restant fixés au substrat. Spores petites, de 4,0 - 4,1 - 4,7 - 5,3 \times 3,6 - 3,7 - 4,3 - 4,6 μ , à pédicelle tronqué. Rare espèce des endroits secs et calcaires des districts mosan et lorrain. [Fig. 2, 18; fig. 3, 8]

B. tomentosa (VITT.) QUÉL.

5b. Capillitium sans pores. Carpophores se détachant du substrat et roulés par le vent 6

6a. Spores de 3,6 - 4,5 - 4,9 - 5,4 μ , munies d'un pédicelle recourbé, contournant presque complètement la spore, souvent terminé par un fragment de baside. Espèce poussant dans des champs de céréales, connue uniquement du district flandrien. [Fig. 2, 21]

B. graveolens SCHWALB.

6b. Spores plus grosses, à pédicelle droit 7

7a. Carpophores ne dépassant guère 2,5 - 3 cm. Exopériidium se détachant en plaques fragiles et mettant à nu l'endopériidium. Endopériidium typiquement gris et mat, à ouverture petite. Spores brièvement elliptiques, de 4,3 - 5,2 - 5,6 - 6,1 \times 4,0 - 4,5 - 5,2 - 5,5 μ , faiblement verruqueuses, à pédicelle atténué. Espèce très répandue dans les pelouses et prairies riches de tout le pays. [Fig. 2, 19; fig. 3, 9; fig. 4, 1]

B. plumbea PERS. per PERS.

7b. Carpophore atteignant 6 cm de diamètre. Exopériidium disparaissant progressivement. Endopériidium brun noirâtre et luisant, à ouverture large. Spores subglobuleuses, de 4,4 - 4,9 - 5,5 - 6,0 μ , assez verruqueuses, à pédicelle tronqué. Espèce assez rare, mais trouvée dans la plupart des districts, poussant dans les prairies mais aussi dans certains bois. [Fig. 2, 20]

B. nigrescens PERS. per PERS.

2. **Lycoperdon.**

1a. Spores paraissant lisses dans la plupart des milieux d'observation. Capillitium non poré. Subgléba constamment blanche. Ornementation de l'exopériidium constituée de verrues. Champignon lignicole, souvent en grosses touffes avec de forts rhizomorphes blancs. Trouvé dans la quasi totalité du pays. [Fig. 2, 22; fig. 3, 10; fig. 4, 3]

L. pyriforme SCHAEFF. per PERS.



FIG. 12. — *Bovista pusilla* [Hachy].

- 1b. Spores plus ou moins verruqueuses. Capillitium poré. Subgléba colorée dans les exemplaires adultes. Champignons normalement terricoles 2
- 2a. Ornementation constituée de verrues, rarement d'aiguillons sur de jeunes exemplaires ou au sommet du pied. Champignon de petite taille, venant en-dehors des bois, capillitium fragile, à pores très évidents, même sans l'immersion. Espèce très fréquente dans les dunes littorales mais trouvée dans le reste du pays, dans des sites ouverts, pas trop acides. [Fig. 3, 11 ; fig. 4, 4 ; fig. 13] **L. spadiceum** PERS.
- 2b. Au moins quelques aiguillons mous au milieu de particules farineuses. Champignon en général sylvatique (à l'exception des très rares *L. decipiens* et *L. candidum*), de taille moyenne. Capillitium élastique, poré mais moins spectaculairement que chez *L. spadiceum* 3
- 3a. Aiguillons (au moins ceux du sommet) caducs ; après leur chute, surface du périidium ornée d'un réseau d'aréoles ou recouverte de sphérocytes bruns 4
- 3b. Aiguillons fins, persistants ou s'aplatissant sur place 7
- 4a. Aiguillons blancs et très épais, tombant par groupes en laissant l'endopériidium couvert d'une couche uniforme de sphérocytes



FIG. 13. — *Lycoperdon spadiceum* [entre Herbesthal et Walhorn].



FIG. 14. — *Lycoperdon perlatum* [Seilles, photo P. PESCHEUR].

- bruns. Sporée chocolat. Très rare espèce des pelouses sèches, trouvée une fois dans le district mosan
- **L. candidum** PERS. per PERS.
- 4b. Aiguillons tombant isolément en laissant l'endopériidium orné d'un réseau d'aréoles 5
- 5a. Sporée chocolat. Gléba jamais olivacée. Subgléba assez réduite, à cellules peu marquées. Aiguillons bruns, très grands et fort caducs, laissant après leur chute le périidium orné d'un réseau brun continu. Spores de 4 - 5 μ , fortement verruqueuses. Capillitium à pores petits. Rare espèce des bois riches, surtout de hêtre (Moyenne et Haute Belgique)
- **L. echinatum** PERS. per PERS.
- 5b. Sporée brun jaune. Gléba pouvant passer par une teinte olivacée. Subgléba à grandes cellules. Aréoles comportant des verrues ou des petits aiguillons 6
- 6a. Aiguillons tenaces, minces, foncés, convergents au moins dans la jeunesse. Spores dépassant presque toujours 4 μ , ponctuées. Espèce fréquente dans les bois acides dans presque tout le pays
- **L. foetidum** BONORDEN
[syn. : *L. perlatum* PERS. per PERS. var. *nigrescens* PERS. per PERS.]
- 6b. Aiguillons fragiles, coniques ou composés de parties intimement associées, souvent blanchâtres. Spores ne dépassant jamais 4 μ , verruqueuses. Espèce très courante dans tous les bois. [Fig. 2, 25 ; fig. 14] **L. perlatum** PERS. per PERS.
- 7a. Sporée brun jaune. Aiguillons tenaces, minces, typiquement tous du même type, laissant apparaître l'endopériidium jaunâtre et luisant. Spores ponctuées à finement verruqueuses. Espèce surtout rencontrée dans les plantations d'épicéas de Haute Belgique. [Fig. 2, 23] **L. umbrinum** PERS. per PERS.
- 7b. Sporée brun \pm chocolat. Aiguillons fragiles, mal développés, pouvant faire place à des particules farineuses ; endopériidium, lorsqu'il est visible, non luisant ou alors blanchâtre. Spores fortement verruqueuses 8
- 8a. Carpophore entouré dans la jeunesse d'un voile blanc, se rompant ensuite en plaques \pm caduques. Aiguillons petits, réguliers, convergents. Champignon gris brun. Rare espèce des bois calcaire du district mosan **L. mammiforme** PERS.
[syn. : *L. velatum* VITT.]
- 8b. Carpophore dépourvu de voile. Ornementation plus irrégulière. Coloration variable 9
- 9a. Champignon sylvatique, brun jaune ou brun gris, à stipe \pm développé. Aiguillons mous mêlés à des particules farineuses,

- cachant constamment l'endopériidium. Espèce présentant une répartition assez voisine de celle de *L. umbrinum* mais préférant des sols plus riches. [Fig. 2, 24] **L. molle** PERS. per PERS.
- 9b. Champignon des pelouses thermophiles, blanchâtre et sub-globuleux. Aiguillons assez convergents ; endopériidium luisant, apparaissant dans la vieillesse. Espèce trouvée une seule fois dans le district mosan . . . **L. decipiens** DUR. et MONT.

N.B. : Deux espèces européennes n'ont pas été trouvées en Belgique ; ce sont **L. pedicellatum** PECK, à spores longuement pédicellées et fins aiguillons caducs, et **L. muscorum** MORG., voisin des *L. molle* et *umbrinum*, qui pousse dans la mousse et les touffes de graminées des lieux humides. Dans le même groupe, l'espèce **L. flavotinctum** BOWERMAN, très jaune, à ornementation fragile et endopériidium luisant, serait à rechercher en Europe.

3. **Vascellum.**

Une seule espèce européenne, **Vascellum pratense** (PERS. per PERS.) KREISEL [syn. : *Lycoperdon hyemale* BULL. per VITT.]. [Fig. 15], très fréquente dans les mêmes sites (prairies) que *Bovista plumbea*.

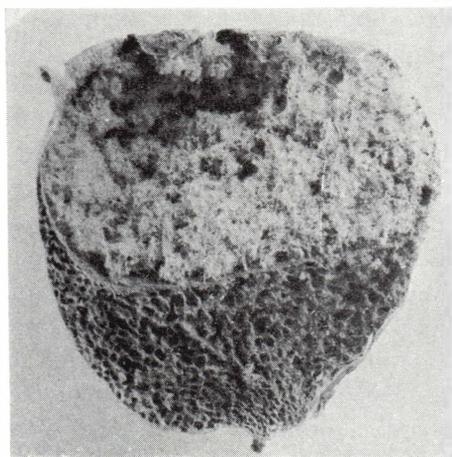


FIG. 15. — *Vascellum pratense* : coupe longitudinale montrant la gléba séparée de la subgléba par le diaphragme. Gr. env. 2 ×.

4. **Langermannia.**

Une seule espèce européenne, **Langermannia gigantea** (BATSCH per PERS.) ROSTKOV. [Fig. 3, 12]. Assez rare, mais passant difficilement inaperçu, ce champignon des parcs et vergers est un excellent comestible lorsqu'il est jeune.



FIG. 16. — *Calvatia utriformis* [Bredene].

5. *Calvatia*.

- 1a. Carpophore plus haut que large, à base stérile généralement développée en un pseudostipe élancé. Spores verruqueuses, opaques dans l'air, souvent accompagnées de débris de stérigmates. Champignon ressemblant très fort lorsqu'il est jeune, à *Lycoperdon molle*. Espèce fréquente dans tout le pays, dans les bois pas trop acides

C. excipuliformis (SCOP. trans PERS., cum em.) PERDECK

- 1b. Carpophore aussi haut que large, à pseudostipe court et large. Spores lisses, hyalines dans l'air, non accompagnées de débris de stérigmates. Espèce assez rare des endroits ouverts, trouvée dans tout le pays. [Fig. 3, 13; fig. 16]

C. utriformis (BULL. per PERS.) JAAP

N.B. : Il existe quelques autres espèces en Europe, que nous ne pensons pas devoir se rencontrer en Belgique ; elles se distinguent des précédentes par leur capillitium septé ; de plus, elles sont généralement de plus petite taille et plus globuleuses.

NIDULARIALES

Nidulariaceae

- 1a. Périidium en gobelet s'ouvrant par la disparition d'un épiphragme. Périidioles attachées au périidium par un funicule 2
- 1b. Périidium globuleux ou lenticulaire, s'ouvrant irrégulièrement, disparaissant souvent complètement. Pas de funicule 3
- 2a. Périidium brun orangé, ne présentant pas de couche pseudoparenchymateuse. Jeunes carpophores couverts d'un tomentum d'hyphes très ramifiées et épineuses 1. **Crucibulum**
- 2b. Périidium plus terne, présentant une couche pseudoparenchymateuse. Pas d'hyphes épineuses 2. **Cyathus**
- 3a. Périidium assez consistant, crème à brun, présentant des hyphes épineuses à parois épaissies comme chez *Crucibulum*. Carpophores de 5-7 mm de diamètre 3. **Nidularia**
- 3b. Périidium évanescent, blanc, sans hyphes épineuses. Champignons passant facilement inaperçus 4. **Mycocalia**

1. **Crucibulum.**

Une seule espèce, à spores de $8 - 11 \times 4 - 5 \mu$, assez fréquente sur débris ligneux dans tout le pays. [Fig. 2, 26; fig. 17]

. . . . **Crucibulum laeve** (HUDS. trans REHL.) KAMBLY
[syn. : *C. vulgare* TUL.]

2. **Cyathus.**

1a. Carpophores striés intérieurement, couverts de longs poils bruns. Spores de $16 - 18 \times 7 - 8,5 \mu$. Espèce assez fréquente sur débris ligneux dans tout le pays. [Fig. 2, 27; fig. 18]

. . . . **Cyathus striatus** (HUDS.) WILLD. per PERS.
[syn. : *C. hirsutus* SCHAEFF. trans QUÉL.]

1b. Carpophores lisses intérieurement, à pilosité moins développée. Spores plus grandes ou plus petites 2

2a. Spores de $9 - 11 \times 6 - 7 \mu$. Périidioles peu nombreuses et grandes (2 - 3,5 mm de diamètre), avec une bourse du funicule très renflée inférieurement et une pièce moyenne réduite. Espèce venant sur le sol (notamment sur les sables calcaires) ou parfois sur débris ligneux en stations ouvertes; localités dispersées dans tout le pays. [Fig. 2, 28]

. . . . **C. olla** BATSCH trans PERS.

2b. Spores de plus de 20μ . Périidioles de 1,5 - 2 mm de diamètre, avec une bourse du funicule peu renflée et une pièce moyenne

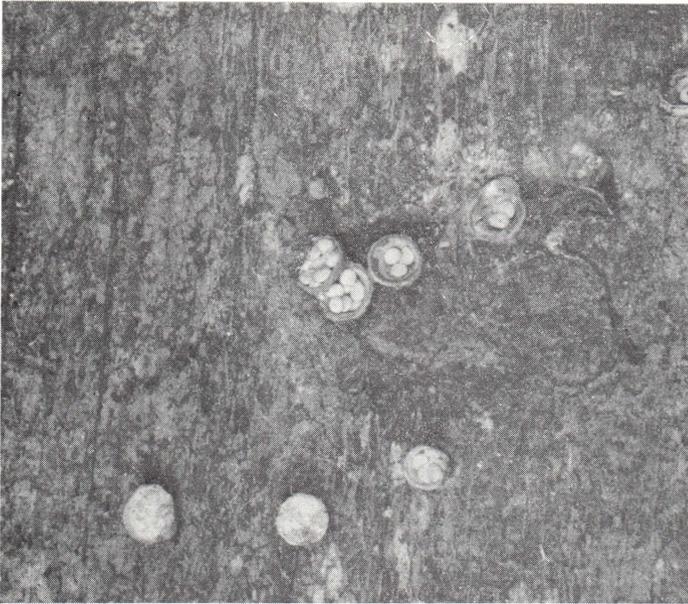


FIG. 17. — *Crucibulum laeve* [Martelange, photo P. PESCHEUR].

assez développée. Funicule absent sur les péridioles supérieures. Rare espèce essentiellement fimicole, non encore signalée en Belgique . **C. stercoreus** (SCHWEIN.) DE TONI

3. *Nidularia*.

Une seule espèce européenne, caractérisée par un cortex des péridioles formés d'hyphes peu ramifiées. Espèce rare, venant sur débris ligneux, récoltée seulement 5 fois dont 3 en Campine

. **N. farcta** (ROTH. per PERS.) FR.

4. *Mycocalia*.

Seul *M. denudata* a été trouvé en Belgique, mais d'autres espèces étant vraisemblablement passées inaperçues, nous pensons utile de donner une clé inspirée de PALMER (1963).

1a. Cortex à une seule paroi. Spores brun-jaune pâle, d'environ $13 \times 5,5 \mu$. Une seule péridiole, d'environ 500μ de diamètre. Espèce connue uniquement des tourbières de Grande-Bretagne **M. sphagneti** J. T. PALMER

1b. Cortex à deux parois. Spores hyalines, plus petites 2

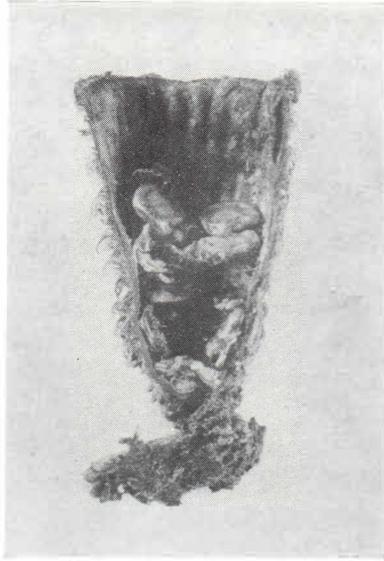


FIG. 18. — *Cyathus striatus* : coupe d'un carpophore montrant les stries internes et les péridioles. Gr. env. 3 ×.

- 2a. Basides métamorphosées ovales à globuleuses, avec une base tronquée et souvent, une grosse gouttelette lipidique. Spores d'environ $5 \times 3,5 \mu$. Une seule péridiole, d'environ 220μ de diamètre. Espèce venant sur débris végétaux très humides en Grande-Bretagne et en Europe centrale
- **M. minutissima** (J. T. PALMER) J. T. PALMER
- 2b. Basides métamorphosées ellipsoïdes à pyriformes. Spores d'environ $7 \times 5 \mu$. Une à plusieurs péridioles (le péridium disparaît toutefois rapidement), de plus de 250μ de diamètre 3
- 3a. Péridioles jaunâtres à brunes, devenant biconcaves en séchant. Exocortex de texture plus lâche que l'endocortex. Espèce trouvée sur débris végétaux acides en Campine et en Ardenne
- **M. denudata** (FR.) J. T. PALMER
- 3b. Péridioles rouge foncé à noirâtres, devenant rarement biconcaves. Exocortex de texture plus dense que l'endocortex. Espèce trouvée sur débris végétaux dans les dunes aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne ; serait donc à rechercher en Belgique
- **M. duriaeana** (TUL.) J. T. PALMER

HYSTERANGIALES

Hysterangiaceae

Un seul genre et une seule espèce en Belgique : **Hysterangium separabile** ZELLER (syn. : *H. clathroides* AUCT. non VITT.) [Fig. 2, 29], trouvé une seule fois (district lorrain). C'est l'espèce la plus courante du genre ; elle se caractérise par son périidium pseudoparenchymateux simple, aisément dissociable de la gléba, par sa gléba olivacée sur le sec, par ses spores de $10 - 17 \times 4 - 6 \mu$ et par son habitat sous conifères.

PHALLALES

- 1a. Réceptacle simple, composé d'un stipe portant la gléba à son sommet **Phallaceae**
- 1b. Réceptacle rameux, en forme de cage ou s'ouvrant en étoile d'environ 5-10 cm de diamètre ; gléba à la face interne des branches, remarquables par leur couleur rouge **Clathraceae**

Phallaceae

- 1a. Gléba portée sur un petit chapeau ne touchant que le sommet du stipe **1. Phallus**
- 1b. Gléba adhérent en grande partie au stipe **2. Mutinus**

1. Phallus.

- 1a. Périidium (œuf ou volve) blanc, ne se tachant pas de rose violacé au froissement. Disque du sommet du « chapeau » à bord peu crénelé. Espèce très fréquente dans tout le pays. [Fig. 2, 30 ; fig. 19] **Phallus impudicus** L. per PERS.
- 1b. Périidium, même s'il est blanc sous terre, se teintant à l'air de rose violacé. Disque du sommet du chapeau à bord généralement crénelé. Espèce très rare, trouvée jusqu'à présent uniquement dans les dunes à *Ammophila* du littoral **P. hadrianii** VENT. per PERS.

2. Mutinus.

Ressemble au *Phallus* mais beaucoup plus grêle et présentant souvent des teintes rouges. Œuf très allongé. Assez rare **Mutinus caninus** (HUDS. pers PERS.) FR.



FIG. 19. — *Phallus impudicus* [Martelange, photo P. PESCHEUR].

Clathraceae

- 1a. Réceptacle formé d'une demi-douzaine de branches réunies à leur sommet dans la jeunesse puis s'écartant en étoile. Champignon introduit en Europe, vraisemblablement de Nouvelle-Zélande, durant la première guerre mondiale, récemment trouvé en forêt de Soignes **Anthurus archeri** (BERK.) E. FISCH.
- 1b. Réceptacle en forme de cage grillagée. Espèce méridionale, rarement trouvée dans des jardins
 **Clathrus ruber** MICH. per PERS.
 [syn. : *C. cancellatus* Tourn. per FR.]

- 2b. Spores de $7,5 - 11 \times 3,5 - 4,4 \mu$. Espèce n'ayant encore été trouvée que deux fois (district mosan)
 **R. roseolus** (CORDA) Th. M. FRIES s.l.

Hymenogastraceae

Seul le genre **Hymenogaster** [Fig. 2, 31] nous paraît susceptible d'être trouvé en Belgique, où il est représenté par 9 récoltes : 6 de la région bruxelloise et 3 du district mosan. L'étude de ce genre est extrêmement difficile et nous n'avons pas été à même de déterminer ces échantillons avec certitude. Nous ne pouvons que renvoyer aux travaux de HAWKER (1954), LANGE (1956), SVRČEK in PILÁT (1958) et SOEHNER (1962).

Hydnangiaceae

Cette famille qui a attiré l'attention des phylogénistes par ses rapports avec les Russulales demanderait à être revue du point de vue systématique. Nous avons reconnu deux espèces dans le matériel belge :

1. Spores hyalines, de $10 - 12 \mu$ de diamètre, plus de fins aiguillons ne dépassant pas $1,5 \mu$. Sur certains spécimens, on voit encore une orientation de la trame indiquant la structure unipilée. Péridium clair. Espèce trouvée une seule fois, dans une serre froide du Jardin botanique de Bruxelles. [Fig. 2, 33]

. **Hydnangium carneum** WALLR.

2. Spores brunes, de dimension à peu près identique mais munies de très forts aiguillons pyramidaux atteignant 4μ . Logettes de la gléba plus petites et sans orientation. Péridium noircissant ; gléba brune (sporée). Espèce trouvée quelques fois, principalement sous hêtres, dans le district lorrain et la région bruxelloise, une fois aussi en forêt de St-Hubert. [Fig. 2, 34]

. **Octaviania asterosperma** VITT.

[syn. : *Arcangeliella asterosperma* (VITT.) ZELL. et DODGE]

GLISCHRODERMATALES

D'après MALENÇON (1964), cet ordre comprend les espèces conidifères à conidiophores couvertes de spicules monospores et à conidies uniloculées qui sont vraisemblablement des Basidiomycètes. Il comprend deux familles, les Ostracodermataceae et les Glischroder-

mataceae ; cette dernière seule formant des carpophores angiocarpes peut être considérée comme appartenant au type morphologique des Gastéromycètes.

Glischrodermataceae

Une seule espèce, d'ailleurs rarissime, a été trouvée en Belgique : **Glischroderma cinctum** FUCH. [Fig. 2, 35], petit champignon globuleux ne dépassant pas 7 mm de diamètre, à péridium très mince, rose pâle et terne, s'ouvrant par un ostiole apical. Gléba à maturité pulvérulente, concolore au péridium, formée de conidies verruqueuses de 3,5 à 4,0 μ et de débris d'hyphes. Le champignon rappelle assez le Myxomycète *Lycogala epidendron*. Il pousse sur les places à feu et n'a été récolté en tout que cinq fois depuis sa description au siècle dernier.

BIBLIOGRAPHIE

La présente bibliographie est limitée aux ouvrages importants pour la détermination et à quelques travaux d'intérêt plus restreint mais auxquels une référence précise a été faite dans le texte. Nous n'avons pas cru devoir l'alourdir par la citation des travaux rappelés dans la partie consacrée à l'histoire de la systématique des Gastéromycètes.

- BOTTOMLEY, A. M., Gasteromycetes of South Africa, *Bothalia*, 4 (3) : 473-810, LXXIX tab. (1948).
- CEJP, K. et PALMER, J. T., Rody *Nidularia* FR. a *Mycocalia* J. T. Palmer v Československu a *Mycocalia sphagneti* J. T. Palmer sp. nov. z Anglie, *Česka Mykol.*, 17 (3) : 113-126, tab. XIII-XIV (1963). [Résumé anglais].
- COKER, W. C. et COUCH, J. N., The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada : IX + 201 pp., 123 tab., The University of North Carolina Press, Chapel Hill (1928). Récemment réimprimé par Cramer, Lehre (1968).
- CUNNINGHAM, G. H., The Gasteromycetes of Australia and New Zealand : xv + 236 pp., XXXVII tab., Dunedin (1942). [Diffusion : Plant diseases and Fruit Research Division — Department of Scientific and Industrial Research — Private Bag, Auckland, N.Z.].
- DEMOULIN, V., Gastéromycètes de Belgique : *Sclerodermatales*, *Tulostomatales*, *Lycopodales*, *Bull. Jard. Bot. nat. Belg.*, 38 (1) : 1-101 (1967).
- DISSING, H. et LANGE, M., The Genus *Geastrum* in Denmark, *Bot. Tidsskr.* [Københ.], 57 (1) : 1-27 (1961).
- ECKBLAD, F. E., The Gasteromycetes of Norway, The Epigeal genera, *Nytt Mag. Bot.* [Oslo], 4 : 19-86 (1955).
- HAWKER, L. E., British hypogeous fungi, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, ser. B, Biol. Sc., 237 : 429-546 (1954).
- HOLLÓS, L., Die Gasteromyceten Ungarns : 278 pp., XXIX tab., O. Weigel, Leipzig (1904).

- KREISEL, H., Die Erdsterne Mecklenburgs und der unmittelbar angrenzenden Gebiete, *Arch. Freunde Naturgesch. Mecklenburg*, **4** : 182-199, 8 cartes (1958).
- KREISEL, H., Die Lycoperdaceae der Deutschen Demokratischen Republik, *Fedd. Repert.*, **64** (2/3) : 89-201, tab. I-IX (1962).
- KREISEL, H., Taxonomisch-pflanzengeographische Monographie der Gattung *Bovista*, *Beih. Nova Hedwigia*, **25** : 244 pp., 70 tab. (1967).
- LANGE, M., Danish Hypogeous Macromycetes, *Dansk. Bot. Ark.*, **16** (1) : 84 pp. (1956).
- MALENCON, G., Le développement du *Torrendia pulchella* BRES. et son importance morphogénétique, *Rev. Myc.*, **XX** (2) : 81-130 (1955).
- PALMER, J. T., Observations on Gasteromycetes, 1-3, *Brit. Mycol. Soc. Trans.*, **38** (4) : 317-334 (1955).
- PALMER, J. T., Deutsche und andere Arten der Gattung *Mycocalia*, *Zeitschr. Pilzk.*, **29** (1) : 13-21 (1963).
- PALMER, J. T., A Chronological Catalogue of the Literature to the British Gasteromycetes, *Nova Hedwigia*, **XV** : 65-178 (1968).
- PETRI, L., *Gasterales*, Flora Italica Cryptogama, **1** (5) : 140 pp. (1909).
- [PILÁT, A., éd.] CEJPK., K., MORAVEC, Z., PILÁT, A., POUZAR, Z., STANEK, S., ŠVRČEK, M., ŠEBEK, S. et ŠMARDKA, F., Gasteromycetes, Flora ČSR, ser. B, **1** : 864 pp. Acad. Sc. Tchécoslovaquie, Praha (1958).
- SMITH, A. H., Puffballs and their allies in Michigan : 131 pp., **XLIII** tab., University of Michigan Press, Ann Arbor (1951).
- SMITH, A. H. et ZELLER, S. M., A preliminary account of the North American species of *Rhizopogon*, *Mem. New York Bot. Garden*, **14** (2) : 177 pp., 7 tab. (1966).
- SOEHNER, E., Die Gattung *Hymenogaster* VITT., *Beih. Nova Hedwigia*, **2** : 113 pp., 8 tab. (1962).
- VAN EYNHOVEN, G. L., Determinatietabel voor de Nederlandse Aardsterren, *Coolia*, **4** (4) : 27-34 (1957).
- ZELLER, S. M., Keys to the Orders, Families and Genera of the Gasteromycetes, *Mycologia*, **XLI** (1) : 36-58 (1949).

Les régions polaires et leur intérêt dans le cadre des sciences de la terre (*)

par R. SOUCHEZ

Continent entouré d'eau au lieu d'être comme l'Arctique un océan circonscrit de terres, l'Antarctique a le climat le plus rude de la planète, nettement plus rude que l'Arctique. Le minimum absolu de la terre a été enregistré à la station soviétique Vostok sur le plateau polaire antarctique : $- 90^{\circ}$ centigrades. Cet enregistrement est d'ailleurs automatique, personne ne pouvant supporter de telles températures.

Si nous comparons les températures moyennes mensuelles à la station du pôle sud — des stations scientifiques ont en effet été installées depuis 1957 en Antarctique et les américains se sont notamment placés au pôle — si nous comparons donc les températures moyennes mensuelles de la station du pôle sud à 2.800 m d'altitude et celles de l'île de glace T₃ qui dérive sous l'action des courants marins à proximité du pôle nord, nous avons respectivement pour l'été et l'hiver

Pôle sud	— 25° C	— 62° C
Pôle nord	— 2° C	— 35° C

Pourquoi l'Arctique est-il relativement favorisé comparé à son homologue antarctique ?

Cela résulte principalement, non pas de l'altitude, mais du fait qu'autour de l'Antarctique existent des océans méridionaux sur lesquels soufflent des vents d'ouest très puissants créant d'ailleurs des tempêtes fréquentes. Les anglo-saxons appellent cette zone s'étendant entre les 40° et 50° de latitude sud, les « Roaring fourthies », c'est-à-dire les Quarantièmes hurlants, qui rendent si agréable le trajet vers l'Antarctique par bateau brise-glace, que l'on parte du Cap à la pointe sud de l'Afrique, de Nouvelle Zélande ou d'Australie. Cette puissante circulation zonale, ces dépressions cycloniques se propageant d'ouest en est sont particulièrement marquées dans l'hémisphère sud parce qu'aucune masse continentale n'existe

(*) Texte d'une conférence donnée aux Naturalistes belges le 4 novembre 1968.

à ces latitudes. Cette circulation ouest-est freine considérablement les échanges de chaleur entre les latitudes subtropicales et l'Antarctique et, de ce fait, l'équilibre des températures ne peut être réalisé qu'à des valeurs très basses. C'est ce qui explique qu'il fait beaucoup plus froid en Antarctique qu'en Arctique, où la présence de continents (Amérique du Nord, Eurasie), empêche la circulation ouest-est d'être aussi puissante et aussi régulière.

Ces dépressions cycloniques peuvent atteindre les régions côtières antarctiques et être responsables de précipitations neigeuses. Mais l'essentiel du continent est un désert. De hautes pressions liées aux grands froids, la très faible quantité de vapeur d'eau que l'air peut contenir à ces températures fort basses (l'atmosphère contient seulement 1/10 de la concentration en vapeur d'eau des latitudes tempérées), font que l'Antarctique ne reçoit pas plus de précipitations qu'un désert. Désert froid au lieu d'être désert chaud, mais désert tout de même.

Mais il ne faut pas porter son attention uniquement sur ces différences climatiques. L'essentiel dans les 2 zones réside dans le fait que les températures descendent très fréquemment sous 0° C. Il s'est dès lors développé des glaciations qui revêtent suivant le cas deux formes différentes. Ou bien des masses de glace se sont développées en surface, formant les grands glaciers polaires, les inlandsis : les calottes glaciaires couvrent la plus grande partie de l'Antarctique et du Groenland, et d'autres, de taille plus réduite, existent dans l'Archipel arctique canadien et dans certaines îles de l'Arctique soviétique. Ou bien une glaciation souterraine se développe : le sol est perpétuellement gelé ; il s'agit du permafrost des auteurs anglo-saxons. L'épaisseur de la glace des calottes glaciaires peut atteindre plus de 2.000 m. Le sol perpétuellement gelé peut se présenter sur près de 600 m d'épaisseur.

Ces deux formes de glaciation liées aux conditions climatiques des régions polaires sont antinomiques. Cela signifie que lorsque l'épaisseur de glace de glacier est suffisante, celle-ci forme écran et le sol gelé disparaît sous le glacier, alors qu'au contraire, là où le glacier est absent, le sol gelé peut se développer sur de grandes profondeurs.

La répartition des zones englacées et des zones à sol perpétuellement gelé qui subissent chacune une évolution propre a varié au cours du temps. Le dernier million d'années, le Quaternaire a vu de grandes modifications liées à la progression et à la diminution des glaciers et des zones à permafrost ; c'est la période des grandes glaciations.

L'étude de ces fluctuations, la compréhension des mécanismes en action est extrêmement importante car les glaciations retentissent sur tout le climat de notre globe. En effet il se développe, au-dessus des grandes zones englacées des anticyclones, des hautes pressions liées aux basses températures. La surface englacée n'enmagasinant que peu l'énergie solaire, celle-ci est renvoyée presque intégralement vers l'atmosphère. Les hautes pressions polaires ainsi créées modifient la circulation atmosphérique générale et par conséquent le climat du globe. Les fluctuations glaciaires sont responsables de variations de climat pouvant se produire en n'importe quel point de la surface du globe ; elles influencent également le niveau marin de façon considérable : plus l'eau est bloquée sous forme de glace sur les continents, moins le niveau des océans sera élevé et inversement. L'étude des fluctuations glaciaires peut donc être très importante.

La géologie nucléaire nous aide à une meilleure compréhension de ces phénomènes, soit en nous permettant de dater les matières organiques, soit en datant la glace elle-même. Penchons-nous tout d'abord quelque peu sur la méthode du carbone 14 qui est à la base de ces datations, en la décrivant tout d'abord et en montrant ensuite son intérêt dans les régions polaires.

Le carbone présente trois isotopes : le carbone 12, le carbone 13 et le carbone 14. Les isotopes 12 et 13 sont stables, le 14 est radioactif. Tout radioélément a la propriété de se détruire peu à peu de lui-même, en donnant naissance à un ou plusieurs corps. Dans le cas du carbone 14, la période de désintégration, temps nécessaire pour désintégrer la moitié des atomes initialement présents est de 5.568 ans. Donc de 1 gr. de C.14 existant, il y a 5.568 ans, il en reste à l'heure actuelle 0,5 gr. et dans un même laps de temps, il n'en restera plus que 0,25 gr.

On a trouvé du C.14 dans le calcaire des coquillages, dans la cellulose des végétaux, etc... Son origine est liée au rayonnement cosmique. Ayant pu vérifier la constance de ce dernier et la constance de production du C.14, il est apparu qu'il existait là une méthode de datation fort intéressante. Le C.14 réagit en effet avec l'oxygène de l'air pour produire de l'anhydride carbonique et apparaîtra ainsi à tous les stades du cycle du carbone. Une situation d'équilibre où la perte par désintégration compensant la vitesse constante de formation par le rayonnement cosmique étant depuis longtemps atteinte, tous les corps ont une teneur en C.14 par rapport au carbone total constante dans le temps et dans l'espace terrestre : elle est de l'ordre de 0,001 mg de C.14 par tonne de carbone stable.

Lorsqu'un corps vivant meurt, l'assimilation se termine et l'équilibre est rompu. Seul continue le processus de désintégration. Il suffira donc de déterminer l'appauvrissement en carbone 14 d'un échantillon, pour pouvoir calculer le temps écoulé depuis sa mort.

Cette méthode a été appliquée avec succès et il existe maintenant de par le monde, un grand nombre de laboratoires qui s'occupent de dater les échantillons récoltés. En quoi notre connaissance des régions polaires peut-elle progresser par la méthode du C.14 ?

Les régions à sol gelé ne sont pas dépourvues de vie dans l'Arctique. Il existe, au-dessus du permafrost, une zone où le sol dégèle en été et regèle en hiver : le mollisol. Cette couche dégélée en été et alors gorgée d'eau, est suffisante pour entretenir de la végétation : lichens et mousses de la toundra et même, aux franges extrêmes des zones à permafrost, la taïga, la forêt de conifères de Sibérie ou du Canada septentrional. Toute une chaîne alimentaire s'est constituée à partir de là : herbivores (rennes, caribous, bœufs musqués par ex.) et carnivores (loups, renards arctiques, etc.). Or tous ces êtres vivants laisseront à leur mort des racines desséchées ou des squelettes qui pourront être inclus dans des dépôts et qui rendront par conséquent possible une datation. Supposons que la zone couverte de glace s'étende, morde sur la zone à permafrost. Les glaciers ont édifié à leur bordure des moraines composées partiellement de matériaux locaux, poussés et remaniés, et dans lesquels il n'est pas rare de trouver des restes végétaux ou des os d'animaux. Ces restes organiques inclus dans ces dépôts, dans ces moraines, permettent de dater ceux-ci et par conséquent nous savons qu'à telle époque (par exemple il y a 12.000 ans), les glaciers se sont étendus jusqu'en ce point.

On peut donc ainsi reconstituer la situation existante à telle ou telle époque du passé, connaître les fluctuations des calottes glaciaires des régions polaires et la variation de l'état d'englacement du globe au cours du temps. Ceci pour autant que l'on n'aille pas au delà de 50.000 à 60.000 ans car, à ce moment, la méthode du C.14 n'est plus applicable. D'autres méthodes peuvent alors être utilisées, mais nous n'en parlerons pas ici.

La période la plus récente ne se caractérise pas par une décroissance généralisée des glaciers polaires. Nous allons prendre un exemple dans l'île d'Ellesmere au N-O du Groenland, dans l'Arctique canadien. Cette île importante a été complètement couverte par une calotte glaciaire qui a subi d'importantes fluctuations. La quantité de glace a fortement diminué, de sorte qu'il ne subsiste plus aujourd'hui que des masses de glace bien individualisées en divers

endroits de l'île, mais plus une calotte glaciaire unique. L'île s'est ainsi trouvée en quelque sorte allégée. La disparition de la calotte glaciaire scandinave par exemple est responsable, à cause de l'allègement, d'un soulèvement général qui atteint 1 m par siècle. La Norvège et la Suède comme un bloc, comme un bouchon flottant, se relèvent d'un mètre par siècle par rapport au niveau de la mer. Dans l'île d'Ellesmere un phénomène semblable se produit.

De la sorte, une plage qui se trouvait au niveau de la mer a été soulevée et une plage plus récente s'est installée en contrebas et ainsi de suite. Ce processus se répétant, on observe une série de plages étagées, particulièrement nettes dans les baies où elles forment une série de gradins, de marches d'escaliers géantes. Les matériaux sont ceux des plages : galets roulés par la mer et restes d'os de baleines, de coquillages marins. Or, justement ces os et ces coquillages, à condition de bien les prendre enfouis dans le dépôt de plage, peuvent nous aider à dater celles-ci. On s'aperçoit ainsi que les plages suspendues les plus élevées, les plus anciennes sont vieilles de 10 à 12.000 ans.

Ces datations peuvent être obtenues non seulement, grâce à des os de baleines, à des coquillages, mais également à des troncs d'arbres enfouis dans les dépôts de plage. Ceci est très curieux puisqu'aucun arbre ne pousse dans la région, que les seuls végétaux sont des mousses et des lichens aux endroits favorables. Ces troncs d'arbres — des pins — viennent des régions plus méridionales et ont flotté en mer, dérivant avec les courants marins avant de venir s'échouer sur les plages où nous les voyons aujourd'hui.

Des glaciers issus de calottes sont venus s'avancer sur ces plages étagées et ont incorporé, dans leur partie basale, des dépôts de plage contenant des coquillages marins. On trouve ainsi dans la partie basale de ces glaciers des feuillets de glace et des lits de boue et de gravillons contenant des fragments de coquillages marins interstratifiés. Il y a donc eu une expansion des glaciers postérieurement aux dépôts de plages étagées dans cette région et comme les coquillages marins inclus dans les lits de boue donnent une date de 8.000 ans environ, l'avancée des glaciers est plus récente.

Les fluctuations glaciaires peuvent donc être étudiées dans l'Arctique, mais en est-il de même en Antarctique ? A l'inverse de l'Arctique les débris organiques sont beaucoup plus rares en Antarctique. La vie végétale, mousses et lichens est pratiquement absente du continent ; les mammifères terrestres n'y sont pas représentés. Les manchots restent cantonnés le long du littoral mais un phénomène biologique particulier va heureusement nous être très utile.

Les phoques vivent dans les océans polaires. Leurs réactions sont très différentes en Arctique et en Antarctique. Traqués par l'ours blanc dont ils représentent la nourriture de prédilection, on les remarque peu dans l'Arctique et il est très difficile de les approcher. Au contraire, pas d'ours blanc en Antarctique, pas de prédateur pour les phoques si ce n'est dans l'eau, notamment l'animal surnommé « la baleine tueuse ». Aussi est-il fréquent de voir les phoques prendre un bain de soleil sur la glace de mer et se traîner paresseusement. Il est possible de les approcher facilement. Ne craignant rien sur la glace de mer et le sachant, ces animaux ne vous accordent qu'un regard dédaigneux. Ce n'est qu'au cas où vous approchez à moins de 3 m qu'une réaction de fuite pourra apparaître. Et encore combien cette fuite est-elle maladroite. Autant le phoque est un animal admirable lorsqu'il est dans l'eau, autant sur la glace de mer se vautre-t-il lamentablement.

Pourquoi les phoques nous intéressent-ils ici ? Certains phoques, on ne sait pourquoi, paresseusement installés en bordure de la mer se trompent à un moment donné de direction pour rejoindre l'océan où se trouve d'ailleurs leur nourriture. Ils se dirigent vers l'intérieur du continent à la faveur d'une vallée. Dans la région de la base américaine de Mac Murdo, se trouve, en bordure de la mer, une zone qui n'est pas actuellement atteinte par la grande calotte glaciaire qui couvre presque tout le continent. Ces régions à sol gelé mais sans glace sont appelées, en Antarctique, des oasis. Ce terme qui n'est pas bon a été consacré par l'usage. Or nous avons vu des carcasses de phoques dans ces vallées démunies de glace à près de 150 km de la mer. Ces phoques ont donc remonté ces vallées en s'éloignant de la mer sur une distance d'au moins 150 km et probablement plus dans d'autres cas. Quand on imagine ce que peut représenter ce trajet pour un phoque qui ne peut que se vautrer lentement parmi les blocs et ceci sans qu'il puisse se nourrir, on est étonné de ce phénomène. La mort par épuisement ou par faim est au bout de la course, mais la carcasse du phoque pourra être incorporée dans des dépôts et une possibilité de datation par C.14 se présentera donc tout comme dans l'Arctique.

Indépendamment des restes organiques, on peut également dater la glace elle-même. Elle contient en effet des bulles d'air incluses qui représentent une petite part de l'atmosphère au moment de sa formation. Depuis, le C.14 de l'anhydride carbonique de l'air de ces bulles s'est désintégré, aucune communication n'existant avec l'extérieur. Dès lors ce qu'il en reste permet de dater la glace elle-même. Or, il n'est pas rare de trouver dans les dépôts morainiques,

un cœur de glace qui a subsisté à la fusion. Il s'agit de glace de glacier qui a été protégée de la fusion totale par les matériaux morainiques eux-mêmes. Sa datation permet donc également d'étudier les fluctuations glaciaires.

Les zones à sous-sol gelé, à permafrost, présentent des caractères très originaux par opposition aux zones englacées. Le sous-sol gelé peut descendre très bas, à plusieurs centaines de mètres. En été la partie supérieure dégèle, se gorge d'eau. Là où les particules fines sont suffisamment abondantes, une véritable boue s'écoule sur les pentes et rend difficile le déplacement. Dans la partie la plus méridionale de cette zone, là où la végétation arrive à vivre en plus grande abondance, des tourbières se forment.

Construire des installations dans ces conditions pose un problème. Le building, l'installation industrielle, la centrale électrique dégagent suffisamment de chaleur pour faire fondre la glace de sol du permafrost sous les bâtiments. Aussi, le sol s'y transforme-t-il en boue tandis que, tout autour, le permafrost subsiste. Le bâtiment s'enfonce, se fissure et se casse jusqu'à démolition totale. Le problème de la construction dans les régions polaires est dès lors très particulier et, ce qui peut paraître curieux au premier abord, l'isolement vis-à-vis du sol doit être excellent afin d'éviter une fusion du permafrost sous la construction.

Ces zones à sol gelé permanent se reconnaissent aux fissures polygonales parfois soulignées par la neige qui y subsiste plus longtemps. Si l'on observe une masse boueuse qui se dessèche, un retrait, une contraction se produit dans l'argile qui se craquèle et un réseau de fissures polygonales de petites dimensions se réalise. Dans les régions polaires, à cause du très grand froid de l'hiver, le sol se contracte et cette contraction a également pour résultat la formation d'un réseau de fissures polygonales mais de plus grande dimension cette fois, un polygone pouvant atteindre jusqu'à 20 m de diamètre. Ces fissures sont ouvertes et colmatées progressivement par de la neige ou par des matériaux qui y glissent. Cet aspect typique des régions à sol gelé en permanence, se voit admirablement bien d'avion ou d'hélicoptère. Dans nos régions, dans nos carrières on trouve parfois des fentes formant un coin et remplies d'un matériel différent de celui dans lequel elles se développent. Ces fentes en coin suivies dans un plan horizontal, dessinent un réseau polygonal ; il s'agit d'anciennes fissures de contraction identiques à celles que l'on voit actuellement en activité dans les régions polaires. Ceci prouve que notre pays a été soumis à un climat froid dans lequel existait un permafrost. Ce ne sont donc pas seulement les glaciers qui se sont

fortement avancés dans un passé récent, puisqu'ils ont atteint le sud de la Hollande, mais également les zones à sous-sol gelé permanent que l'on ne rencontre maintenant plus que dans le nord de la Scandinavie et de l'U.R.S.S., c'est-à-dire à des milliers de km de la Belgique.

Bien d'autres caractéristiques des régions polaires pourraient être citées car elles sont dignes d'intérêt, mais un choix s'impose pour un exposé général comme celui-ci. Je ne voudrais cependant pas terminer sans citer des travaux que l'on réalise dans tous les continents et, qui depuis quelques années, ont également été poussés dans les régions polaires. Les travaux de géologie classique ont permis en effet de passer à la phase de la prospection. Un grand bassin sédimentaire couvre par exemple l'ouest de l'archipel canadien en bordure de l'océan arctique. Des traces de pétrole y ont été signalées et les premiers forages se sont révélés intéressants. Il est très probable qu'il existe là un très grand gisement de pétrole. En ce qui concerne le minerai de fer, un très riche gisement a été découvert il y a quelques années dans l'île de Baffin à l'ouest du Groenland. L'exploitation y revêt un caractère original car, vu la rigueur du climat, le travail ne s'effectue pas l'hiver et les stocks du printemps et de l'été sont accumulés jusqu'à ce qu'au tout début de l'automne, des brise-glaces prennent en charge le minerai et le descendent vers le sud du Canada, où il est travaillé. L'Union Soviétique étudie et exploite également ses immenses territoires arctiques et toutes les sciences de la terre apportent leur contribution à cet égard.

Vous me direz, et l'Antarctique alors? L'Antarctique est très loin des zones industrielles et son climat est beaucoup plus rigoureux que celui de l'Arctique, nous l'avons vu. Mais, à propos de l'Antarctique, il s'est passé quelque chose d'unique dans l'histoire du monde et qui représente pour les scientifiques un très grand espoir. Toutes les grandes nations et en premier lieu, les États-Unis d'Amérique et l'Union Soviétique, se sont mises d'accord pour que tous les territoires situés au sud du 60^e parallèle sud, ne puissent pas faire l'objet de revendications territoriales et soient exclusivement réservés à la libre recherche scientifique pour tous. C'est l'accord sur l'Antarctique de Washington, signé en 1958 par 12 nations, dont la Belgique. Depuis, l'Antarctique est devenu le siège de bases scientifiques permanentes qui échangent leurs informations, dans le but d'arriver à une meilleure connaissance scientifique de ce vaste continent encore très peu connu. Si ce n'était que là l'intérêt des régions polaires, il n'en serait pas moins immense.

Bibliothèque

Nous avons reçu :

Endeavour, Vol. 27, n° 102, sept. 1968.

Les prostaglandines — Les énergies de réseau des sels et leur importance chimique — Les hormones sexuelles au Moyen-Age...

Eesti Loodos, n° 8, 9 et 10, 1968.

Pêcheur belge (le), n° 6, 1968.

Barbeaux, fromage etc. — Les tablettes du mois — De la pêche et des poissons, des origines à nos jours...

Id., n° 7, 1968.

En pêchant à deux lignes — Compilation sur la question du mécanisme de flottaison de quelques organismes aquatiques — Vacances en Irlande...

Id., n° 8/9, 1968.

La pêche — Mon fagot à brochets — La pêche à la ligne joue un rôle important dans l'économie...

Id., n° 10, 1968.

Divinités des eaux — Le choix d'un bateau pour la pêche en mer — Pêche en mer...

Revue roumaine d'embryologie, T. 5, n° 1, 1968.

L'action des conditions du milieu sur le développement de l'embryon de poulet — Facial malformations in the chicks embryo — Malformations du neuroépithélium chez l'embryo humain...

Revue trimestrielle de la Ligue des Amis de la forêt de Soignes, n° 3, 1968.

Le Rouge-Cloître à nouveau menacé — Le triste sort des arbres — Les poissons purifient les cours d'eau...

Revue verviétoise d'Histoire naturelle, n° 4 à 6, 1968.

Sur les inclusions cristallines du cytoplasme chez les Protozoaires — Fichier bio-écologique et morphologique des Diptères entomophages — Le nervulation des ailes de papillons...

Id., n° 7 à 8, 1968.

Coucou, épervier et oiseaux de proie — La préparation des chenilles — Une capture intéressante...

Riviéra scientifique, 2^e trimestre 1968.

Les espèces en limite d'aire dans les Alpes-Maritimes et Ligures...

Schakel, n° 2-3, 1968.

125 jaar Antwerpse dierentuin — Doel en werking van de bij het contact-comité aangesloten groeperingen — Etiek van de natuurbescherming...

Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, n° 6, 1968.

20 Jahre Kampf gegen Pilzvergiftungen...

Id., n° 7, 1968.

Aus der Geschichte der Mykologie — Formulaire pour la détermination des champignons...

Id., n° 8, 1968.

Contribution à l'étude de la végétation fongique de la chênaie à buis de St. Loup, Pompaples (Vaud, Suisse) — Ueber gelbe Hexenröhrlinge...

Id., n° 9, 1968.

Phallogaster saccatus (MORGAN) — Observations sur les *Tricholomataceae*...

Id., n° 10, 1968.

Einige interessante Pilzfunde 1967 — Pilze richtig kennen und behandeln lernen...

Terre et la Vie (la), n° 2, 1968.

La sémantique et les éléments vecteurs d'information dans les signaux acoustiques du Rouge-gorge...

Vie et Milieu, Série A : Biologie marine. T. 18, 1967, fasc. 3 A.

Le genre *Ceratium* dans le canal de Mozambique — Contribution à une réunion mondiale — Étude du développement de quelques larves d'Annélides Polychètes à Banyuls-s-Mer — Développement larvaire de *Glyceria convoluta* KEFERSTEIN...

Zeepaard (het).

Enige opmerkingen bij de groei van *Spisula solida* (L.) — Berichten van het Texelse strand — Onderzoek havenhoofden Scheveningen...

HEDBERG (I. et O.) : *Conservation of Vegetation in Africa south of the Sahara*.

Un volume relié de 320 pages publié par la Société suédoise de Biogéographie dans la série *Acta Phytogeographica Suecica*, n° 54. Uppsala, 1968. Prix : 70 couronnes suédoises.

Le volume que nous présente I. et O. HEDBERG est un ensemble d'articles, rédigés par des spécialistes, en anglais ou en français, décrivant la végétation de chacun des pays de l'Afrique situés au sud du Sahara. Les auteurs dressent une liste des parcs nationaux où la flore est préservée et suggèrent, le cas échéant, la création de réserves nouvelles. Quatre botanistes belges ont collaboré à ce travail d'équipe : R. GERMAIN (Congo-Kinshasa), P. DEUSE (Rwanda), J. LEWALLE (Burundi) et J. LÉONARD.

La lecture des différents articles met en évidence la dégradation rapide du tapis végétal de nombreuses régions de l'Afrique. Il s'impose de prendre d'urgence des mesures conservatoires ! De plus, la flore phanérogame de l'Afrique est encore mal connue. J. LÉONARD signale notamment que 1157 espèces nouvelles ont encore été décrites durant les années 1963-1965. Et que dire de notre connaissance des Bryophytes, des Algues et des Champignons !

L'ouvrage, admirablement présenté, est illustré de très belles photographies. Il rendra de grands services aux personnes qui s'intéressent à la flore et à la végétation du continent africain.

C. VANDEN BERGHEN.

LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

But de l'Association : Assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences naturelles, dans tous leurs domaines.

Avantages réservés à nos membres : Participation gratuite ou à prix réduit à nos diverses activités et accès à notre bibliothèque.

Programme

Dimanche 18 mai : Excursion botanique, dirigée par M. VANDEN BERGHEM, dans la vallée de la Houille (Felenne, Vencimont, etc.). Départ de la JOC à 8 h ; passage à Charleroi gare vers 9 h ; retour vers 20 h. S'inscrire en versant avant le 13/5 la somme de 160 F (100 F au départ de Charleroi) au C.C.P. 2402 97 de L. DELVOSALLE, 25 avenue des Mûres, Bruxelles 18.

Mercredi 21 mai, à 20 h, au Jardin botanique national, 236, rue Royale, Bruxelles 3 : Projection de diapositives prises au cours du voyage dans le Massif Central.

Pentecôte (24, 25 et 26 mai). Les Naturalistes belges sont invités à participer à l'herborisation générale de la Société Royale de Botanique de Belgique, guidée par M. BOURNERIAS, dans les Vexins, le pays de Bray, la vallée de la Seine. Départ en train de Bruxelles-Midi à 8 h 16 ; en car à partir de Compiègne (samedi 24/5) ; logement à Gisors et à Vernon ; retour le lundi soir. Prix : 1300 F (train, car, 2 logements, 2 soupers et 2 petits déjeuners). S'inscrire en versant cette somme avant le 4/5/69 au C.C.P. 2402 97 de L. DELVOSALLE, 25 avenue des Mûres, Bruxelles 18.

Dimanche 8 juin : Excursion au Biesbos — probablement pour la dernière fois avant l'achèvement des travaux du « Plan delta » qui supprimeront les marées d'eau douce. Départ en car de la JOC, boulevard Poincaré, dans le quartier de la gare du Midi, à Bruxelles, à 7 h 45 très précises. Passage à Anvers à 8 h 40 à l'Opéra, au coin de l'avenue Dekeyser. Embarquement à 10 h sur un bateau spécial pourvu d'une buvette. Deux ou trois arrêts sont prévus (bottes ou grosses chaussures). Le circuit en bateau dure 6 h environ. Retour à Bruxelles prévu vers 21 h.

S'inscrire en versant, avant le 1 juin, la somme de 160 F (110 F au départ d'Anvers) au C.C.P. n° 240297 de L. DELVOSALLE. Le prix du circuit en bateau est de 9 ou de 10 florins, à verser sur place en argent néerlandais.

L'excursion présente un grand intérêt par l'originalité des paysages, par l'avifaune et la flore des terres soumises aux effets des marées.

Une nouvelle publication des Naturalistes Belges

Nous avons le plaisir de signaler la sortie de presse de l'ouvrage de J. LAMBINON : **Les Lichens**. *Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines*.

Le volume de 196 pages, illustré de 56 figures, est mis en vente au prix de 300 F. Nos membres peuvent obtenir cet ouvrage au prix de faveur de 160 F en versant cette somme au C.C.P. n° 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoenderstraat, 24, à Wetteren. Ne pas oublier de coller au dos du coupon une étiquette « En règle de cotisation pour 1969 ».

Cours de vacances

Un cours de vacances, en langue néerlandaise, est organisé du 12 au 18 juillet et du 26 juillet au 2 août prochains avec comme thème : l'homme et la nature. Prix pour étudiants, à partir de 17 ans : 800 F. S'adresser à « DE BLANKAART », Iepersesteenweg, 44, à WOUMEN (Flandre occidentale). Tél. : 05/150642.

Petite annonce

Le « Club minéralogique » de l'École secondaire André-Laurendeau, 7450, boulevard Cousineau, à Saint-Hubert, prov. Québec, au Canada, désire entrer en rapport avec de jeunes géologues belges pour échanger des échantillons de roches et de minéraux.

Notre couverture

Voisine de *Lycoperdon molle*, la Lycoperdaceae *Calvatia excipuliformis* s'en distingue par l'ouverture irrégulière de son péridium et, le plus souvent, par le grand développement de sa subgléba. C'est un Gastéromycète répandu dans tout le pays, surtout abondant sur les sols argilo-calcaires. Photo prise à Seilles, dans le bois de Siroux.

(Photo P. PESCHEUR).