

# Les naturalistes belges

49-5  
mai  
1968

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.

*Trésorier* : M<sup>lle</sup> P. VAN DEN BREEDE, professeur.

*Bibliothécaire* : M<sup>lle</sup> M. DE RIDDER, inspectrice.

*Organisation des conférences* : M<sup>lle</sup> G. ROOSE, professeur.

*Administrateur* : M. F. STOCKMANS, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles et professeur à l'Université libre de Bruxelles.

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

### Protection de la Nature : M<sup>me</sup> 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. — Bibliothécaires : M<sup>lle</sup> M. DE RIDDER et M<sup>me</sup> M. VAN GIJTE-DE REU.

---

**Cotisations des membres de l'Association pour 1968** (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 son choix, à l'une de nos deux sections spécialisées ; 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 de la section.

*Section de malacologie* : M<sup>me</sup> S. LUCAS, 10, avenue des Mantes, Bruxelles 17.

*Section de mycologie* : M<sup>me</sup> Y. GIRARD, 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

LAMBINON (J.). Les Lichens : Morphologie, biologie, systématique, écologie. Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines ( <i>à suivre</i> ) . . . . .	205
<i>Assemblée générale statutaire du 14 janvier 1968</i> . . . . .	281
<i>Bibliothèque</i> . . . . .	284

## LES LICHENS

### Morphologie, biologie, systématique, écologie

#### Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines (\*)

par Jacques LAMBINON

## INTRODUCTION

### UN SIÈCLE ET DEMI DE LICHÉNOLOGIE EN BELGIQUE

Malgré leur intérêt taxonomique, biologique, phytogéographique et écologique, les lichens ont été pendant longtemps les cryptogames les plus mal connus en Belgique. Cette lacune, très ancienne, se concrétise par le manque de tradition, tant écrite qu'orale, en lichénologie belge, les rares travaux publiés ayant un caractère souvent local ou occasionnel.

La première moitié du siècle dernier ne peut être passée sous silence, car elle est dominée par les personnalités de Marie-Anne LIBERT et de Jean KICKX. Les quatre fascicules d'exsiccata publiés par M.-A. LIBERT, de 1830 à 1837, et surtout son herbier, heureusement parfaitement conservé, montrent l'étendue des connaissances

(\*) Travaux lichénologiques de l'Institut de Morphologie végétale et de Botanique systématique (Université de Liège), n° 30.

de la cryptogamiste malmédienne, son intérêt certain pour les lichens, l'étonnante exactitude — pour l'époque ! — de ses déterminations et l'exceptionnelle richesse en lichens de la région de Malmédy à ce moment. Quant à J. KICKX, sa « Flore cryptogamique des environs de Louvain » (1835) et surtout la remarquable « Flore cryptogamique des Flandres », œuvre posthume publiée par son fils en 1867, constituent pratiquement les seules synthèses, les seules flores traitant en partie des lichens, publiées au cours de toute l'histoire de la lichénologie belge !

Jusqu'en 1890 environ, aucun botaniste belge ne s'adonna particulièrement à l'étude des lichens, sauf peut-être l'abbé COEMANS, qui publia de beaux exsiccata de *Cladonia* et recueillit, en Basse et Moyenne Belgique, un certain nombre d'espèces intéressantes. D'autres cryptogamistes, en particulier AUBERT, DELOGNE, GRAVET, VERHEGGEN, EL. MARCHAL, AIGRET et le R. P. PAQUE, publièrent bien le résultat de quelques recherches occasionnelles, mais tous étaient plutôt attirés par d'autres travaux floristiques. Le jeune botaniste A. DOURET avait manifesté une attirance pour la lichénologie mais la mort le frappa en 1886, alors qu'il n'avait que vingt ans.

Vers 1890, assez soudainement, les recherches lichénologiques connurent leur développement optimal en Belgique. Peu de travaux floristiques pouvaient encore être faites dans le domaine des macrolichens, car la plupart des groupes difficiles (*Usnea*, *Physcia*, divers *Parmelia*, ...) n'avaient pas encore trouvé leurs monographes européens : les amateurs se tournèrent donc vers les lichens crustacés, dont les progrès de la microscopie permettaient déjà une étude sérieuse. Cinq noms dominent cette époque : DENS et PIETQUIN, LOCHENIES, TONGLET et AIGRET. Malheureusement, tous ces botanistes devaient bientôt décéder ; la période brillante de la lichénologie belge se terminait au début du vingtième siècle : elle n'avait guère duré plus de dix ans ! Elle se clôturait d'ailleurs par un travail remarquable : la monographie belge du genre *Cladonia*, publiée en 1902 par C. AIGRET.

De la même époque, date le premier relevé systématique des lichens de l'ensemble de la Belgique : il figure dans le tome I du « Prodrome de la Flore belge » (1898), où E. DE WILDEMAN énumère les lichens, avec leurs stations connues, citées par provinces. Un court supplément à cet inventaire figure dans le tome III (1903).

Pendant plus de trente cinq ans, la lichénologie belge va alors connaître une véritable léthargie, qui participe d'ailleurs à un climat de désintéressement général vis-à-vis de la flore et de la végétation de la Belgique. Cependant, la période de 1905 à 1910 est encore

illustrée par des travaux dûs non à des botanistes belges mais au lichénologue français M. BOULY DE LESDAIN. Celui-ci recueille bon nombre d'espèces intéressantes dans la région de Spa et au littoral ; à lui seul, il enrichit la flore belge de 86 espèces. A la même époque, MASSART reconnaît l'intérêt phytogéographique et écologique de ces organismes et, en 1910, il cartographie pour la première fois en Belgique, l'aire de six espèces de lichens.

Peu après, le zoologiste L. GILTAY s'intéresse pendant une quinzaine d'années à la lichénologie. Malheureusement, ses publications en la matière se réduisent à peu de chose, car la mort vint le frapper en 1937, alors qu'il n'avait que 34 ans. Son œuvre principale est son « Catalogue des Lichens de Belgique », rédigé en collaboration avec P. DUVIGNEAUD et publié peu de temps après sa mort.

En 1937, débute une période nouvelle de l'histoire de la lichénologie belge ; elle est entièrement dominée par la personnalité de P. DUVIGNEAUD et se prolonge approximativement jusqu'en 1944 (avec quelques études postérieures jusqu'en 1952). Ce botaniste publie plus d'une quinzaine de travaux en ce domaine. Ce sont surtout des études sur le chimisme de certains lichens (*Cladonia*, *Stereocaulon*, *Usnea*, ...) et sur l'intégration de ce critère dans la systématique traditionnelle. DUVIGNEAUD présente aussi, mais plus occasionnellement, des études de phytosociologie et d'écologie des lichens, notamment des observations faites en Gaume (1938) et dans les Hautes Fagnes (1939), ainsi qu'un travail fort synthétique sur les associations épiphytiques de la Belgique (1942). Les données taxonomiques sont cependant peu nombreuses dans la plupart de ces travaux et cette œuvre lichénologique ne comble qu'une part réduite de la profonde lacune existant dans la connaissance floristique et chorologique des lichens belges.

Un travail, déjà évoqué, mérite une mention particulière : c'est le « Catalogue des Lichens de Belgique », publié en 1938 par DUVIGNEAUD, en collaboration avec L. GILTAY. Il s'agit là d'une mise au point des connaissances lichénologiques en Belgique et d'une source bibliographique précieuse. Bien que datant de trente ans, ce « Catalogue » reste encore actuellement une référence utile pour toute étude de floristique lichénologique dans nos régions. L'ouvrage énumère 586 espèces, avec référence au « Prodrome » et aux travaux publiés jusqu'en 1938 ; aucune synthèse chorologique n'y est cependant tentée.

A partir de 1940 environ, des données lichénologiques éparses se trouvent dans d'autres travaux phytosociologiques, tels ceux de VANDEN BERGHEM (1957) sur les forêts situées au nord de Virton, ou

de MEES (1960) sur la végétation épiphytisque forestière de la vallée de la Semois ; toutefois, les données lichénologiques qu'on peut y relever sont souvent sommaires ou même erronées. L'importante monographie écologique et phytosociologique que le botaniste néerlandais J. J. BARKMAN (1958) a consacrée à la végétation épiphytisque européenne et plus spécialement hollandaise recèle diverses observations effectuées en Belgique (Basse Belgique, environs de Nismes, Hautes Fagnes, ...). En 1963, BARKMAN a également analysé les épiphytes d'une partie du Limbourg belge, en insistant sur les relations entre ceux-ci et la pollution atmosphérique.

Méritent une mention particulière les travaux du lichénologue rhénan Th. MÜLLER sur les lichens de la région de Malmedy ; dans une première note (1958), celui-ci énumère plus de 350 taxons, tandis que, dans une seconde (1962), il complète ses observations floristiques et écologiques et dresse la liste des lichens figurant dans le « *Plantae Cryptogamicae* » de M.-A. LIBERT.

Depuis 1958 et surtout à partir de 1960, on assiste pourtant, en Belgique même, à un renouveau de l'intérêt des botanistes pour la lichénologie.

Pour notre part, conscient des graves lacunes de la littérature floristique belge, nous nous mettions dès 1958 à accumuler de nombreuses observations et des collections importantes. Un certain nombre de publications (notes sur quelques trouvailles, comptes rendus d'excursions cryptogamiques, ...) annoncent des synthèses plus importantes. En 1963, une étude sur la végétation bryophytique et lichénique de la région d'Olloy-Oignies nous permet d'analyser de nombreuses formations cryptogamiques et de souligner l'intérêt biogéographique et écologique de tels travaux. Une autre voie de recherches connaît aussi un certain succès dans les laboratoires de l'Université de Liège : il s'agit de l'étude chimique des « substances lichéniques » dans un but taxonomique ; divers travaux ont été publiés à ce sujet depuis quelques années (J. L. RAMAUT, J. LAMBINON, R. SCHUMACKER, A. TARGÉ).

La rédaction, en 1961, d'une introduction générale à la lichénologie, comprenant notamment une clef des principaux macrolichens de Belgique, contribua à étendre le cercle des naturalistes intéressés à cette discipline. Parmi ceux-ci, mentionnons R. SCHUMACKER, qui publia (1960 et 1962) des notes sur les environs de Verviers et les Hautes Fagnes, ainsi que Jacques DE SLOOVER, auteur d'observations sur les lichens corticoles du bassin de la Dendre ; un catalogue publié en collaboration (DE SLOOVER et LAMBINON, 1965) a d'ailleurs dressé récemment le bilan floristique de ces dernières recherches. D'autres

naturalistes montrèrent aussi un intérêt pour la lichénologie et leurs recherches désintéressées ont contribué à la bonne connaissance que l'on a aujourd'hui des macrolichens de notre pays ; parmi ces botanistes, citons L. DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD, E. JACQUES, les Frères MAURICE VICTOR et MANSUET ANDRÉ, ...

L'appel que nous lancions en 1961 à une collaboration active des naturalistes a donc été largement entendu : en l'espace de sept ans, des foyers de recherches lichénologiques se sont développés en plusieurs endroits et les lichens occupent actuellement une place honorable dans les études de floristique et d'écologie cryptogamiques menées dans notre pays.

En ce qui concerne les macrolichens, la plupart des espèces sont relativement bien connues en Belgique et dans les régions limitrophes [Grand-Duché de Luxembourg et nord des départements français des Ardennes et de la Meuse — où se sont étendues nos investigations — ainsi qu'Eifel, dont la flore et la végétation lichéniques sont étudiées depuis longtemps par Th. MÜLLER, qui a fait récemment (1965) la synthèse de ses travaux]. Sans doute, une part importante des données détaillées que nous avons rassemblées, en une dizaine d'années, concernant ces macrolichens est-elle encore inédite. Un travail d'ensemble sur ce sujet (genre *Cladonia* exclusivement) verra — nous l'espérons — prochainement le jour. Il nous a paru intéressant toutefois de ne point attendre la parution de cette étude pour rédiger une deuxième édition de notre introduction à la lichénologie, ou plus exactement pour présenter un nouveau texte, profondément repensé, sur ce sujet.

Outre l'addition d'une esquisse historique, le présent travail diffère en effet considérablement de celui de 1961 : la terminologie morphologique a été remaniée et corrigée ; la systématique des lichens est traitée à la fois dans l'optique traditionnelle et en fonction des concepts phylogéniques modernes ; les données actuelles sur la biologie de ces organismes sont brièvement exposées ; la bibliographie est largement étendue ; etc... En ce qui concerne la partie plus spécialement belge de cette initiation à la lichénologie, plus de détails peuvent être fournis sur les formations lichéniques de notre pays, ainsi que sur l'écologie, la distribution et la fréquence des différentes espèces ; les clefs sont remaniées et complétées en tirant profit de sept années d'expérience ; enfin un aperçu sur la flore lichénique des différents districts phytogéographiques, un conspectus des principaux groupes de lichens de la région et une bibliographie des travaux les plus marquants concernant la Belgique sont présentés pour la première fois.

## PREMIÈRE PARTIE

### NOTIONS FONDAMENTALES DE LICHÉNOLOGIE

#### DUALISME DES LICHENS

Un lichen est un organisme composite, résultant de l'association symbiotique de deux végétaux : un champignon et une algue. Après avoir été soupçonnée pendant un certain nombre d'années (DE BARY, CASSINI, ...), la nature double des lichens fut démontrée par le botaniste suisse SCHWENDENER en 1867-1869. Bien que combattue avec virulence par des lichénologues célèbres tels que KOERBER et — surtout — l'illustre NYLANDER, la thèse de SCHWENDENER fut rapidement soutenue par un nombre croissant de biologistes (BORNET, BONNIER, ...) et bientôt admise universellement.

Les relations, tant morphologiques que physiologiques, entre les deux constituants sont pourtant complexes et variables d'un cas à l'autre, de telle sorte que le phénomène de lichénisation ne peut se traduire en une formule simple et générale. A côté des lichens typiques, existent des associations imparfaites, temporaires ou occasionnelles entre algues et champignons, ou encore des relations qui marquent diverses étapes entre le parasitisme ou le saprophytisme et la véritable symbiose.

Pourtant, un lichen typique est beaucoup plus que la résultante d'une simple vie en commun de deux végétaux : c'est réellement un organisme nouveau, original, doué de particularités morphologiques, physiologiques, biochimiques et écologiques qui lui sont propres, qui ne se trouvent ni chez les algues libres ni chez les champignons non lichénisés. Aussi, bien que l'hétérogénéité de leur nature même semble devoir exclure le classement des lichens en un groupe taxonomique particulier, la coutume est bien établie de les considérer comme formant un embranchement (ou une classe) autonome ; et ce n'est qu'assez récemment que s'est manifesté le souci d'intégrer les lichens dans la systématique des champignons, ce qui d'ailleurs se heurte à de sérieuses difficultés pratiques.

Le composant fongique des lichens ou *m y c o b i o n t e* est un champignon supérieur, à hyphes cloisonnées, associé durant toute sa vie à l'organisme algal, nommé *g o n i d i e* ou *p h y c o b i o n t e*. La quasi totalité des lichens européens sont des *A s c o l i*

chens, c'est-à-dire que leur champignon est un Ascomycète. A côté de ceux-ci, les Hyménolichens ou Basidiolichens, essentiellement tropicaux, ne constituent qu'un groupe très restreint, tandis qu'on réunit sous le nom de Deutérolichens ou Lichenes Imperfecti ceux dont le champignon est inconnu à l'état fertile et relève donc par définition du groupe artificiel des Deutéromycètes ou Fungi Imperfecti. Chez tous les lichens, si la morphologie du thalle résulte en principe de l'association des deux symbiontes, l'appareil fructificateur principal est cependant essentiellement propre au champignon et produit par lui.

## CHAMPIGNONS ET ALGUES DES LICHENS

### Champignons.

Les hyphes des champignons lichénisés sont fort semblables, dans les cas les plus simples, à celles des champignons supérieurs libres : ce sont des filaments simples ou ramifiés, cloisonnés en compartiments uni- ou plus rarement plurinucléés ; toutefois leurs membranes sont typiquement plus épaissies. Cet épaississement intéresse aussi bien les cloisons transversales que longitudinales, d'où l'importance des perforations traversées par des ponts cytoplasmiques ou plasmodemes, qui permettent les échanges entre cellules consécutives ; ces plasmodemes, très fréquents sinon généraux, sont tantôt uniques et centraux, tantôt triples et latéraux.

Pour constituer les thalles ou les appareils reproducteurs, les hyphes peuvent soit rester à peu près libres entre elles, soit se souder plus ou moins intimement. Ces dispositions concourent à la formation de faux-tissus, dont la terminologie en langue française suscite quelques difficultés. C'est ainsi que le terme « plectenchyme », utilisé dans des sens différents par les divers auteurs, doit être rétabli dans son acception primitive : il a été créé par LINDAU pour désigner l'ensemble de tous les faux-tissus des lichens. Nous inspirant directement du système de DEGELIUS (1954), nous proposons pour les différents plectenchymes des lichens la nomenclature suivante (voir fig. 1), en insistant sur le fait que celle-ci diffère un peu par exemple de celle du « Traité » de DES ABBAYES (1951), adoptée en 1961 dans notre première introduction à la lichénologie :

A. EUTHYPLECTENCHYMES : Type histologique peu différencié ( $\epsilon\theta\theta\acute{\upsilon}\zeta$  = direct), caractérisé par l'absence de « structure cellulaire », c'est-à-dire par un tissu lâche ou dense formé d'hyphes non ou fai-

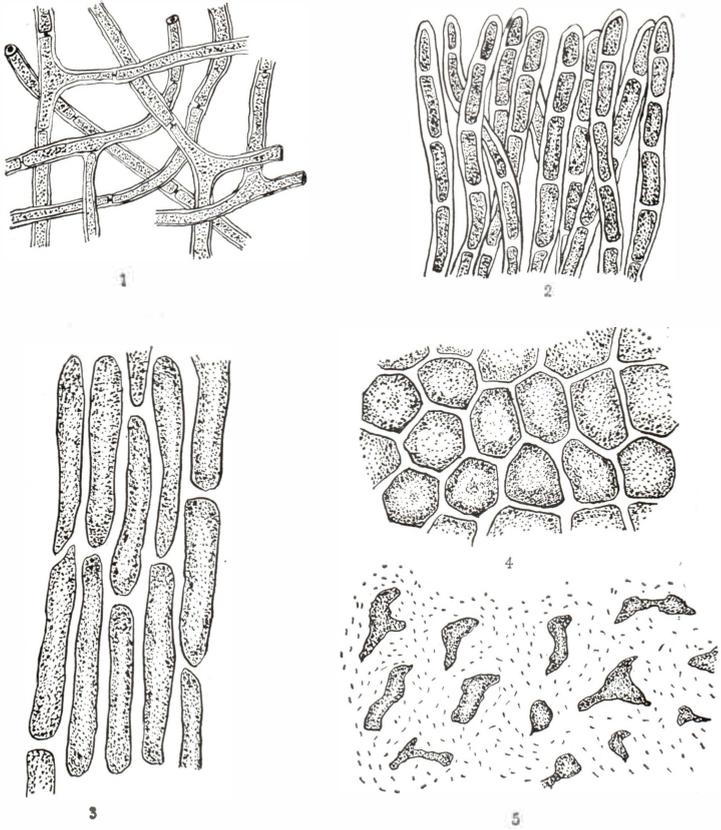


FIG. 1. — Principaux types de plectenchymes chez les lichens :  
 1-2 : EUTHYPLECTENCHYMES : 1. tissu arachnoïde ; 2. tissu fastigié.  
 3-5 : PLECTENCHYMES À HYPHES SOUDÉES ENTRE ELLES : 3. tissu fibreux (à articles relativement peu allongés) ; 4. paraplectenchyme ; 5. prosoplectenchyme.  
 Gr. : env. 800 × (orig., imité partiellement de DES ABBAYES).

blement agglutinées, parallèles ou non, constituées le plus souvent de cellules assez allongées. Cette structure est de règle dans la médulle de la grande majorité des lichens ; elle se rencontre aussi dans certaines zones corticales, où les hyphes sont en général plus densément rapprochées (ex. : *Peltigera*). Deux variantes assez typiques sont les suivantes :

- tissu arachnoïde (ou médullaire) : structure lâche caractéristique de la médulle de nombreux lichens ;

- tissu fastigié : structure de certains cortex, formés d'hyphes disposées parallèlement entre elles et perpendiculairement à l'axe du thalle (ex. : *Roccella*).

B. PLECTENCHYMES À HYPHES SOUDÉES ENTRE ELLES : Par soudure des hyphes, il se forme ici un « tissu cellulaire », qui peut affecter des aspects assez différents :

- P a r a p l e c t e n c h y m e (= pseudoparenchyme) : « Cellules » constitutives à parois relativement minces et à lumen subisodiamétrique (structure simulant un parenchyme de plante vasculaire) (ex. : cortex supérieur des *Peltigera*, de divers *Physcia*, *Umbilicaria*, ...). On peut rattacher à ce type, comme variante, le tissu fibreux, caractérisé par la soudure d'hyphes parallèles formées d'articles plus ou moins allongés (ex. : rhizines de nombreuses espèces).
- P r o s o p l e c t e n c h y m e : « Cellules » constitutives à parois très épaissies (souvent peu distinguables entre elles) et à lumen réduit (ex. : cortex de nombreux *Parmelia*). Une variante est le tissu chondroïde, dans lequel les hyphes sont disposées plus ou moins parallèlement entre elles, suivant la direction d'allongement du thalle ; le tissu chondroïde est donc une sorte de tissu fibreux, où les parois latérales des hyphes sont considérablement épaissies (ex. : axe des *Usnea*, cortex interne du podétion des *Cladonia*).

### Algues.

Les algues des lichens, désignées — comme nous l'avons déjà indiqué — sous le nom de gonidies ou phycobiontes, appartiennent essentiellement aux deux classes des Cyanophycées ou Algues bleues et des Chlorophycées ou Algues vertes, exceptionnellement à celle des Xanthophycées ou Algues vert jaune. Selon un survey récent d'AHMADJIAN (1967), 26 genres d'algues renferment des phycobiontes : 8 d'Algues bleues, 17 d'Algues vertes et 1 d'Algues vert jaune. Près des 90 % des phycobiontes relèvent cependant de trois genres seulement : *Trebouxia*, *Trentepohlia* et *Nostoc*. Les caractères des algues étant souvent plus ou moins profondément modifiés par la symbiose, il faut d'ordinaire les cultiver isolément pour permettre l'identification du genre ou même de la famille. De telle sorte que, s'il est toujours facile de reconnaître si le phycobionte d'un lichen est une Algue verte ou une Algue bleue, une détermination plus précise est beaucoup moins commode que ne semblent l'indiquer beau-

coup de flores lichénologiques ; la plupart des figures élémentaires représentant les types d'algues des lichens correspondent d'ailleurs à l'aspect de celles-ci à l'état libre ou en culture et non en symbiose ! Quelques caractères fondamentaux, observables en principe in situ, permettront cependant de reconnaître les types principaux de gonidies distingués habituellement par les flores :

A. CYANOPHYCÉES : Gonidies en principe vert-bleu, sans chromatophore, pourvues d'une gaine gélatineuse plus ou moins épaisse.

- T y p e *Nostoc* : courts chapelets de cellules vert-bleu au sein d'une importante masse gélatineuse (ex. : *Collema*, *Leptogium*, ...). Chez les *Peltigera* à gonidies cyanophycées, le phycobionte relève du genre *Nostoc* mais il est à peu près entièrement dissocié, les gonidies étant isolées ou en petits glomérules, avec gaines mucilagineuses réduites.
- T y p e *Gloeocapsa* : colonies arrondies, formées de 2-8 cellules, dans une enveloppe gélatineuse plus ou moins jaunâtre (ex. : *Pyrenopsis*, *Synalissa*, ...).
- T y p e *Stigonema* : filaments ramifiés, à cellules disposées en une à plusieurs séries, avec hétérocystes, dans des gaines gélatineuses allongées (ex. : *Ephebe*, ...).

B. CHLOROPHYCÉES : Gonidies en principe vertes, parfois jaunes, pourvues d'un ou de plusieurs chromatophores, avec ou sans pyrénoides, généralement sans gaine gélatineuse.

- T y p e *Trebouxia* (= *Cystococcus*) : gonidies isolées, sphériques à ovoïdes, vertes, pourvues d'un grand chromatophore central, à marge parfois finement lobée, muni d'un pyrénoides central (type le plus répandu chez les lichens : divers *Cladonia*, *Alectoria*, *Cetraria*, *Parmelia*, *Lecanora*, *Lecidea*, *Xanthoria*, ...).
- T y p e *Myrmecia* : se distingue du précédent, en culture, par le chromatophore pariétal ; en symbiose, cette différence est peu nette mais l'absence de pyrénoides permet généralement de reconnaître ce type (ex. : divers *Dermatocarpon*, *Sarcogyne*, *Lecidea*, ...).
- T y p e *Stichococcus* : gonidies généralement en files de quelques cellules, courtement cylindriques, vert clair, pourvues d'un chromatophore pariétal sans pyrénoides (présent surtout chez diverses *Caliciaceae*).
- T y p e *Coccomyxa* : gonidies isolées, ellipsoïdes à subsphériques, vertes, parfois munies d'une gaine gélatineuse, pourvues d'un

chromatophore pariétal généralement sans pyrénoloïde (ex. : *Peltigera aphthosa*, *Solorina*, *Icmadophila*, ...).

- Type *Trentepohlia* : gonidies filamenteuses ou à cellules paraissant presque isolées, celles-ci courtement cylindriques à elliptiques-oblongues, à chromatophores nombreux, petits, pariétaux, sans pyrénoloïde, souvent partiellement masqués par des gouttelettes huileuses orangées ( $\beta$  carotène) (ex. : *Graphis*, *Pyrenula*, *Cystocoleus*, *Racodium* (\*), ...).

### Rapports morphologiques entre myco- et phycobiontes.

Parfois les gonidies paraissent sans contact direct avec les hyphes du champignon : c'est le cas chez certains lichens homomères tels que les *Collema*. Beaucoup plus généralement, les algues sont étroitement enlacées par les filaments du mycobionte ou elles occupent l'extrémité de courts rameaux mycéliens, éventuellement dilatés en sortes de ventouses.

Des haustoria ou suçoirs développés par le champignon à l'intérieur des cellules algales ont été mis en évidence ; des observations récentes en microscopie électronique indiquent même la grande fréquence de ces formations. En général, les lichens foliacés et fruticuleux montreraient des haustoria intramembranaires (c'est-à-dire pénétrant la membrane de l'algue mais non le protoplasme de celle-ci) ou de simples dépressions haustoriales de la membrane algale. Les lichens crustacés auraient par contre le plus souvent des haustoria intracellulaires, pénétrant le protoplasme. La généralité de ces données mériterait cependant encore confirmation.

## MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DU THALLE

### Types morphologiques.

La morphologie de l'appareil végétatif ou thalle des lichens est très variée ; on distingue un certain nombre de types fondamentaux, entre lesquels existent divers intermédiaires.

1. Type gélatineux : Masses dont la consistance gélatineuse à l'état humide est due aux épaisses gaines des gonidies cyano-

(\*) Le phycobionte de *Racodium rupestre*, lichen à thalle filamenteux, a longtemps été rapporté au genre *Cladophora* ; plus récemment (Koch, 1962), il a été identifié à *Trentepohlia* cf. *aurea*.

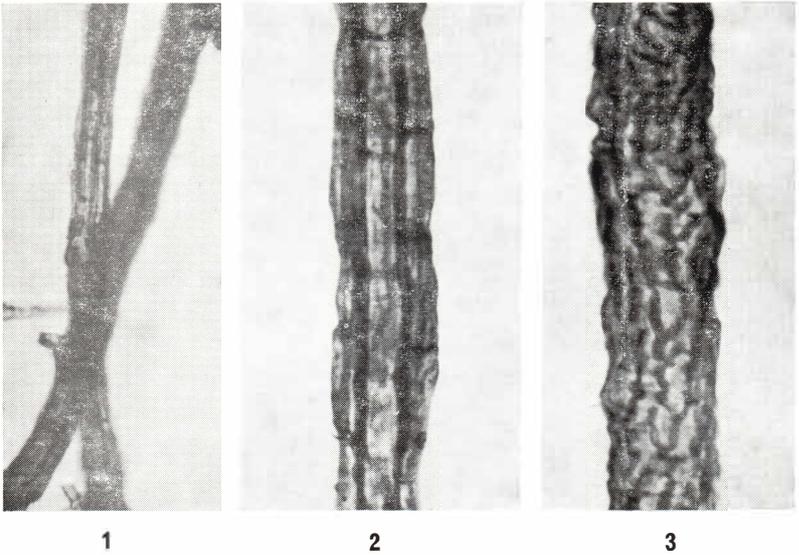


FIG. 2. — Deutérolichens à thalle filamenteux :

1-2 : *Racodium rupestre* : 1. deux filaments du thalle ; 2. détail d'un filament ;  
 3 : *Cystocoleus niger* : détail d'un filament. Gr. : 1 : 400 × ; 2-3 : 1000 × .

phycées. Leur aspect peut être celui de petites rosettes ou de coussinets lobulés, d'une croûte granuleuse ou plus souvent être analogue à celui des thalles foliacés, fruticuleux (formant alors des gazons ras) ou même laineux (types foliacé-, fruticuleux- ou filamenteux-gélatineux). Cette structure est caractéristique des familles des *Lichinaceae* (s.l.) et des *Collemaataceae*.

2. Type filamenteux : Cas rare où le thalle constitue sur le substrat des recouvrements minces, filamenteux-laineux, non gélatineux. Cette structure, propre dans notre flore aux Deutérolichens *Racodium* et *Cystocoleus*, résulte de la formation par le mycobionte d'un manchon d'hyphes autour d'algues filamenteuses du type *Trentepohlia* (voir fig. 2).

3. Type crustacé : Croûtes intimement liées au substrat et presque inséparables de celui-ci (voir fig. 3). Ces croûtes peuvent être nettement délimitées ou non vers la périphérie, où elles sont parfois distinctement lobées (type placodiomorphe ; ex. : divers *Caloplaca*) ; elles sont continues ou fendillées en compartiments (thalle aréolé ; ex. : divers *Rhizocarpon*, *Aspicilia*, ...). Certaines espèces sont pourvues d'un hypothalle, couche inférieure mince consti-

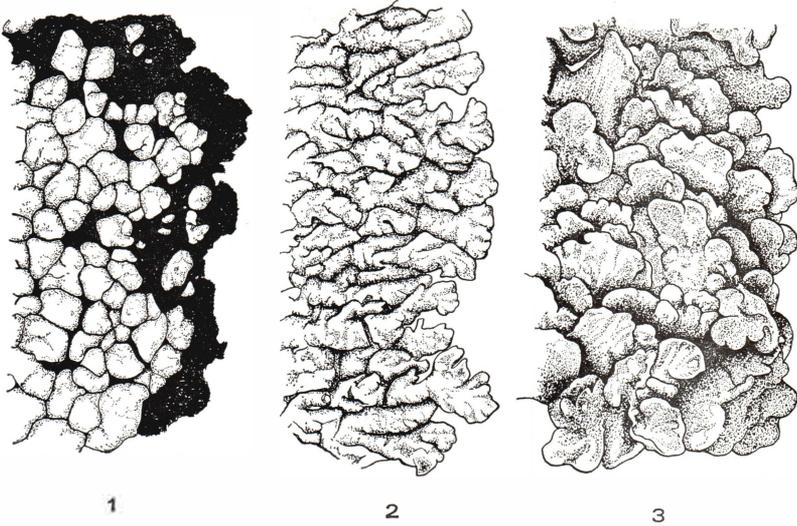


FIG. 3. — Thalles crustacés et squamuleux :

1. THALLE CRUSTACÉ ARÉOLÉ (avec hypothalle noir très développé) (*Rhizocarpon* gr. *geographicum*). 2. THALLE CRUSTACÉ PLACODIOMORPHE (*Caloplaca aurantia* var. *heppiana*).
3. THALLE SQUMULEUX à squamules imbriquées (*Psora lurida*). Gr. : 6 × (orig.).

tuée d'hyphes sombres (généralement noires) ; celui-ci forme souvent une zone discolore périphérique et peut d'autre part s'observer, dans les thalles aréolés, entre les compartiments de ceux-ci. Dans d'autres cas, des traces rhiziniiformes sont différenciées. Le type crustacé est le plus répandu chez les lichens, où il se rencontre dans un grand nombre de genres.

4. Type squamuleux : En quelque sorte intermédiaire entre le type précédent et le suivant, le thalle est composé d'écailles ou de folioles, fréquemment imbriquées, adhérant fortement au substrat par une partie au moins de leur face inférieure (ex. : *Squamarina*, *Psora*, *Dermatocarpon rufescens*) (voir fig. 3).

5. Type foliacé : Thalle en forme de lame ou de feuille lobée ou divisée, souvent de taille relativement grande, non intimement lié au substrat, mais fixé à celui-ci de diverses manières :

- par sécrétion d'un gel adhésif à certains endroits de la face inférieure (ex. : *Hypogymnia*) ;
- par des rhizines, dispersées à la face inférieure (ex. : *Parmelia*)

ou groupées, en particulier le long de veines saillantes (ex. : *Peltigera*) ;

— par un seul point central (thalle ombiliqué) (ex. : *Dermatocarpon miniatum*).

6. Type fruticuleux ou radié : Thalle formé de branches plus ou moins ramifiées, dressées ou pendantes, cylindriques ou comprimées, à structure radiaire (ex. : *Usnea*, *Alectoria*, *Ramalina*) (\*). A noter le cas particulier des *Stereocaulon*, dont le thalle fruticuleux est couvert de « granules » ou de « squamules », nommés « phylloclades » ; ces éléments, qui contiennent les gonidies, ont une structure soit radiaire, soit dorsiventrale. Au début du développement du lichen, celui-ci se présente sous forme de phylloclades, qui, d'ordinaire, s'allongent rapidement. Toutefois, la présence simultanée de jeunes phylloclades et de thalles plus développés simule fréquemment les deux éléments « thalle primaire » et « podétion », caractéristiques du type suivant ; de plus, certaines espèces ont des thalles courts ou sont même représentées presque exclusivement par des phylloclades tapissant le substrat. Par analogie avec les podétions des *Cladonia*, on réserve aux thalles des *Stereocaulon* le nom de « pseudopodétions ».

7. Type stratifié-radié : Thalle formé d'une partie basilaire, appelée thalle primaire, squamuleuse ou parfois crustacée (donc à structure stratifiée), et d'une partie dressée, à structure radiaire, simple ou ramifiée, nommée podétion, fréquemment munie de squamules, celles-ci de même nature que le thalle primaire. Cette structure est propre à la famille des Cladoniaceae : le thalle primaire peut n'être que transitoire et disparaître très tôt au cours du développement des podétions, qui ne portent alors aucune squamule (ex. : *Cladonia* subg. *Cladina*). La forme et la ramification des podétions sont très variables ; les aisselles des rameaux sont perforées chez certaines espèces. Parfois, les podétions sont en forme de coupe plus ou moins évasée ou de trompette, appelées scyphes ; ils sont dits alors scyphifères (ex. : *Cladonia pyxidata*) ; le scyphé lui-même peut être fermé intérieurement ou au contraire perforé.

(\*) On verra, à propos de l'anatomie du thalle, qu'il existe des espèces où celui-ci est plus ou moins dressé mais où la structure n'est pas strictement radiaire. C'est la raison pour laquelle on préfère parfois distinguer les types foliacé et fruticuleux uniquement d'après leur morphologie externe, plus précisément leur direction de croissance par rapport au substrat.

Les types 5 à 7 constituent ce que l'on a coutume de nommer les *macrolichens*. A ceux-ci, on rattache parfois également les lichens à thalle squamuleux ou ceux à thalle gélatineux foliacé et fruticuleux.

### **Anatomie du thalle.**

Mis à part le type filamenteux, très particulier, on peut distinguer schématiquement deux catégories fondamentales de structure anatomique du thalle des lichens : la structure homomère et la structure hétéromère (voir fig. 4).

A. STRUCTURE HOMOMÈRE : La disposition est à peu près semblable à toutes les profondeurs du thalle : les hyphes du mycobionte circulent librement dans le gel mucilagineux formé par les gaines des gonidies cyanophycées ; seules leur densité et leur direction générale peuvent varier suivant les niveaux du thalle. Cette structure est donc propre aux lichens gélatineux, où l'on rencontre une série de cas allant de l'homométrie typique (ex. : *Collema*) à l'hétérométrie. Le genre *Leptogium* illustre ces cas intermédiaires : son thalle a une structure semblable à celui d'un *Collema* mais il est limité, à sa face supérieure et souvent aussi à sa face inférieure, par un cortex paraplectenchymateux, de une ou plus rarement de plusieurs assises cellulaires d'épaisseur ; chez quelques espèces du même genre, le thalle devient paraplectenchymateux dans toute son épaisseur.

B. STRUCTURE HÉTÉROMÈRE : Ce type est beaucoup plus répandu que le précédent. Nous distinguerons les cas les plus représentatifs :

1. **Thalles crustacés et squamuleux** : La structure est stratifiée, dorsiventrale ; une coupe transversale montre en principe les couches suivantes :

- cortex supérieur, euthyplectenchymateux, paraplectenchymateux ou prosoplectenchymateux ;
- couche gonidiale ;
- médulle : sans gonidies, à hyphes généralement plus ou moins libres entre elles (tissu arachnoïde) ;
- éventuellement hypothalle, formé d'hyphes plus ou moins parallèles entre elles, typiquement sombres, ou encore traces rhiziniformes.

Certains thalles crustacés ont une structure plus simple, pouvant se rapprocher du type homomère. C'est le cas des thalles lépreux de certains *Lepraria* (Deutérolichens), ainsi que de beaucoup de Cali-

ciaceae et de diverses autres espèces croissant notamment sur mousses ou débris végétaux ; ces thalles sont constitués de granules plus ou moins agglomérés, formés de gonidies enserrées par des hyphes ; l'hétéromérie ne s'y manifeste guère que par une tendance des algues à former une couche gonidiale délimitée ou par un début de cortication. D'autre part, certains thalles crustacés peuvent être internes au substrat, auquel ils sont intimement mêlés ; ils sont dits endolithiques ou hypophléodes suivant que le lichen est saxicole (ex. : divers *Verrucaria*) ou corticole (ex. : *Graphis scripta*) ; leur structure anatomique est aussi généralement peu différenciée : il n'y a notamment pas de cortex et les gonidies sont parfois dispersées dans la plus grande partie de l'épaisseur du thalle.

2. **Thalles foliacés** : La structure est également dorso-ventrale et toujours typiquement hétéromère. Citons quelques exemples représentatifs :

— Type *Peltigera* :

— cortex supérieur paraplectenchymateux ;

— couche gonidiale ;

— médulle : les hyphes de la médulle donnent directement naissance aux rhizines fixant le thalle au substrat.

— Type *Lobaria* : diffère du précédent par la présence d'un cortex inférieur, également paraplectenchymateux.

— Type *Parmelia* : voisin du précédent par la présence d'un cortex inférieur et d'un supérieur, mais en différant par leur nature prosoplectenchymateuse.

— Type *Anaptychia* :

— cortex supérieur fibreux ;

— couche gonidiale ;

— médulle à hyphes plus ou moins parallèles entre elles, donnant naissance aux rhizines.

3. **Thalles fruticuleux et portion fruticuleuse des thalles stratifiés-radiés** : La structure est radiaire, c'est-à-dire constituée de couches concentriques autour d'un axe réel ou virtuel. On peut retenir les exemples suivants :

— Type *Alectoria* :

— cortex externe fibreux ;

— couche gonidiale ;

— médulle arachnoïde ;

— lacune centrale plus ou moins développée.

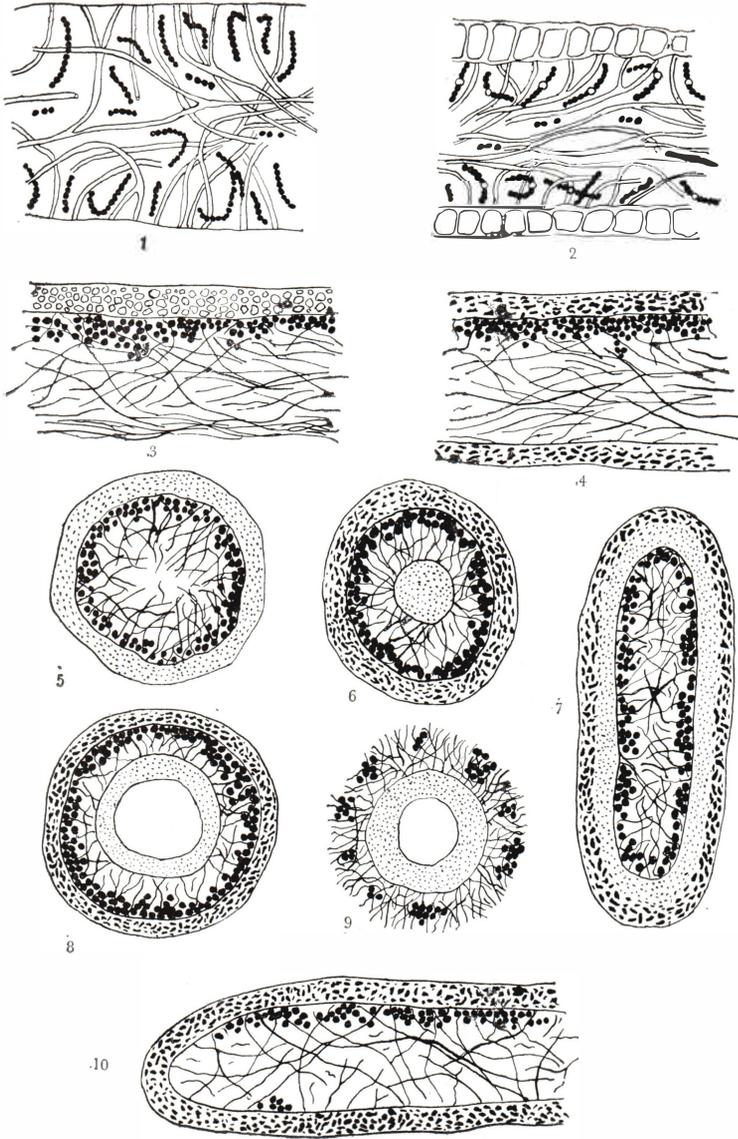


FIG. 4. — Structure anatomique du thalle de quelques lichens (schématisé) ;

1-2 : THALLES HOMOMÈRES : 1. *Collema* ; 2. *Leptogium tremelloides* (transition vers le type hétéromère, caractérisée par un double cortex paraplectenchymateux).

3-10 : THALLES HÉTÉROMÈRES : 3. thalle crustacé avec hypothalle ; 4. thalle foliacé, type *Parmelia* ; 5-9. thalles fruticuleux (ou portion fruticuleuse de thalles stratifiés-radiés) : 5. type *Alectoria*, 6. type *Usnea*, 7. type *Ramalina*, 8. type *Cladonia*, 9. type *Cladina* ; 10. type intermédiaire foliacé-fruticuleux (*Evernia prunastri*, avec couche gonidiale subcontinue vers le haut et quelques rares gonidies présentes vers le bas).

Gr. : 1-2 : env. 400 × ; 3-10 : env. 200 × (orig., imité de DES ABBAYES, FINK et VON KEISSLER).

- Type *Usnea* :
  - cortex externe prosoplectenchymateux ;
  - couche gonidiale ;
  - médulle arachnoïde ;
  - axe chondroïde (dur et corné).
- Type *Ramalina* : ressemble au type *Alectoria*, mais, dans la majorité des espèces, le cortex est double, comprenant une partie externe prosoplectenchymateuse et une interne fibreuse.
- Type *Roccella* : également proche du type *Alectoria*, mais le cortex externe est fastigié.
- Type *Cladonia* (= *Cenomyce*) : caractéristique des podétions des *Cladonia* du sous-genre *Cladonia* :
  - cortex externe prosoplectenchymateux, continu (podétions cortiqués) ou fragmenté et pouvant disparaître presque entièrement (podétions décortiqués), laissant alors apparaître la couche gonidiale ou même la médulle ;
  - couche gonidiale ;
  - médulle (externe) arachnoïde ;
  - médulle interne (ou cortex interne) chondroïde ;
  - grande lacune centrale.
- Type *Cladina* : caractéristique des podétions des *Cladonia* du sous-genre *Cladina* :
  - médulle externe arachnoïde avec glomérules espacés de gonidies ;
  - médulle interne (ou cortex interne) chondroïde ;
  - grande lacune centrale.

Ce type est évidemment remarquable par son absence de cortex externe (ce qui est déjà pratiquement le cas des autres *Cladonia* à podétions décortiqués) et surtout de couche gonidiale continue.

Ces divers types n'épuisent évidemment pas les possibilités de structure anatomique du thalle des lichens, mais ils constituent des jalons fondamentaux auxquels se rattachent aisément les cas accessoires. Il est important toutefois de signaler l'existence de termes de passage entre les types foliacé et fruticuleux (ex. : *Cetraria*, *Evernia*). Ainsi, chez *Evernia prunastri*, la structure est normalement stratifiée, avec une couche gonidiale subcontinue vers le haut ; toutefois, quelques gonidies sont parfois présentes vers le bas et, dans certaines conditions écologiques, elles peuvent se développer à un point tel

que des échantillons croissant sur le sable des dunes maritimes de la mer du Nord ont jadis été rapportés au genre *Letharia*, à structure anatomique typiquement radiaire !

### Organes particuliers du thalle.

#### A. RHIZINES ET CILS.

Les rhizines sont constituées d'hyphes plus ou moins intimement soudées entre elles, souvent libres seulement à leur extrémité. Elles naissent de la face inférieure du thalle et assurent normalement la fixation de celui-ci ; dans quelques cas cependant (ex. : *Umbilicaria hirsuta*), elles n'entrent pas en contact avec le substrat. Les rhizines sont simples ou ramifiées, parfois constituées d'un faisceau d'hyphes plus lâchement soudées entre elles, à aspect fasciculé ou pénicillé (ex. : *Peltigera horizontalis*).

Les cils ont la même structure que les rhizines, mais ils ne servent normalement pas à la fixation du thalle ; ils sont raides et sombres par imprégnation des membranes. On les rencontre principalement à la marge de certains thalles foliacés ou parfois fruticuleux (ex. : *Anaptychia*, *Physcia*, *Cetraria*) (voir fig. 5 et 17) ou sur le bord des apothécies (ex. : *Usnea*).

#### B. POILS ET PRUINE.

Des poils formés par les extrémités libres d'hyphes se rencontrent à la face inférieure de certains thalles foliacés (ex. : *Peltigera*, *Lobaria*), plus rarement à la face supérieure de ceux-ci (ex. : *Anaptychia ciliaris*) ou à la face externe de thalles fruticuleux (ex. : *Stereocaulon*). La différence entre « pubescence » et « tomentum », classique pour les phanérogamistes, n'est pas clairement établie par l'usage en lichénologie ; nous utiliserons de préférence le premier terme, dans une acception plus large qu'en phanérogamie (on parlera notamment de pubescence dressée et de pubescence couchée ou apprimée), réservant celui de « tomentum » à un recouvrement formé de poils mous, denses et plus ou moins bouclés (ex. : surface des pseudopodétions de certains *Stereocaulon*).

Quant à la pruine, c'est une couche aisément détachable de la surface du thalle, formée de restes d'hyphes nécrosées et de substances minérales ; elle est tantôt pulvérulente (ex. : *Physcia pulverulenta*), tantôt abondamment pourvue de petits cristaux brillants (ex. : *Physcia dimidiata*).

### C. PAPILLES, TUBERCULES ET FIBRILLES.

Papilles et tubercules se rencontrent principalement à la face supérieure de thalles crustacés et foliacés, ainsi que sur des thalles fruticuleux. Leur distinction est notamment importante dans la systématique des *Usnea*. Alors que la forme des tubercules (ou verrues) est relativement peu définie et que ceux-ci font sur la surface des petites saillies de forme imprécise, l'aspect des papilles est au contraire bien caractérisé : elles sont arrondies ou cylindriques et se dégagent bien nettement de la surface du thalle.

Les fibrilles doivent également être surtout prises en considération dans la systématique du genre *Usnea*. Chez ces grands lichens fruticuleux, on trouve en principe vers la base une courte zone non divisée (tronc), encore que chez de nombreuses espèces la ramification commence immédiatement au-dessus de la base, et des branches primaires et secondaires. Ces branches portent le plus souvent des rameaux latéraux plus ou moins denses et à disposition plus ou moins régulièrement pennée ; ces rameaux peuvent s'allonger et ressembler alors à des branches secondaires, ou bien au contraire ils demeurent courts : on les nomme alors « fibrilles ».

### D. CYPHELLES ET PSEUDOCYPHELLES.

On appelle cyphelles des dépressions à contour arrondi ou oblong, pourvues d'un cortex de cellules globuleuses plus ou moins disjointes. Ces formations sont connues uniquement à la face inférieure du thalle des lichens foliacés du genre *Sticta*.

Les pseudocyphelles résultent d'interruptions du cortex permettant l'intrusion des hyphes de la médulle ; celles-ci peuvent être lâches à très denses, ce qui fait que la pseudocyphelle présente ou non l'aspect d'une ouverture dans le cortex. Les pseudocyphelles sont normalement plus petites que les cyphelles, de forme souvent plus irrégulière, parfois même allongée-linéaire, et elles ne montrent pas de cortication (voir fig. 5 et 6). Elles sont connues à la face supérieure ou inférieure de certains thalles foliacés (ex. : *Parmelia*, *Lobaria*) ainsi que sur des thalles fruticuleux (ex. : *Cetraria islandica*). Leur présence et leur forme constituent souvent des caractères taxonomiques utiles.

### E. SORÉDIÉS ET SORALIÉS.

Ces termes désignent des productions farineuses ou granuleuses du thalle de nombreux lichens, constituées de gonidies entourées et entremêlées de filaments mycéliens. Plus précisément, les sorédiés



FIG. 5. — Pseudocyphelles arrondies et en dépression (*Cetraria islandica*)  
(noter aussi les courts cils marginaux). Gr. : 4,7 ×.

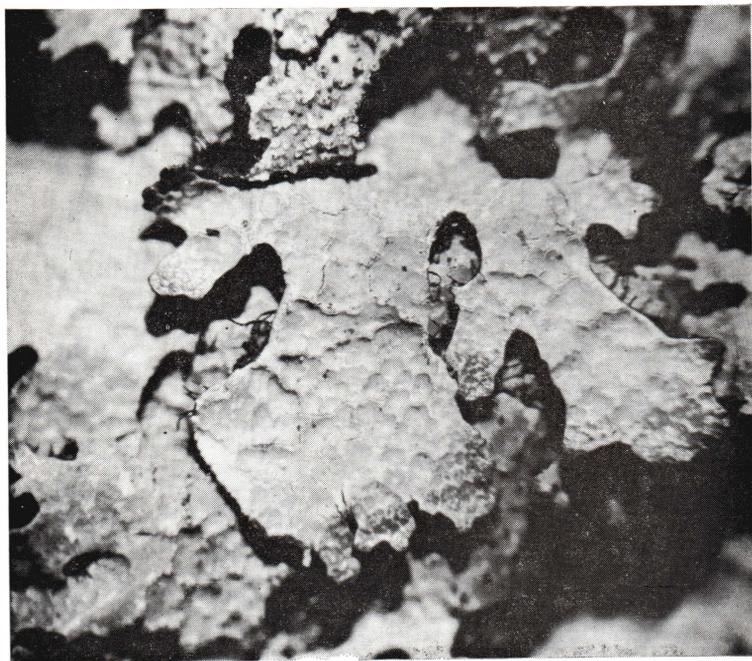


FIG. 6. — Pseudocyphelles allongées et disposées en réseau  
(*Parmelia saxatilis*). Gr. : 9,7 ×.



FIG. 7. — Soralies superficielles ou laminales (*Parmelia mougeotii*). Gr. 4,7 ×.

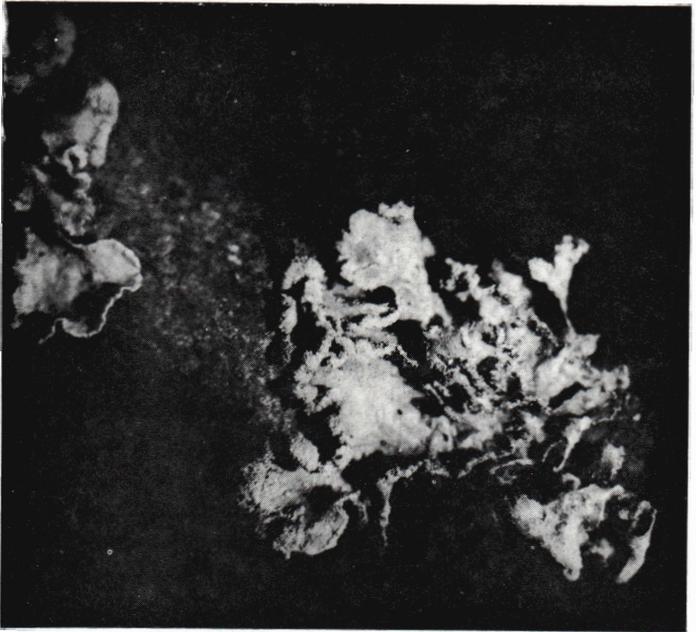


FIG. 8. — Soralies marginales (*Cetraria pinastri*). Gr. : 4,7 ×.



FIG. 9. — Soralies terminales capitiformes (*Hypogymnia tubulosa*). Gr. : 9,7 ×.

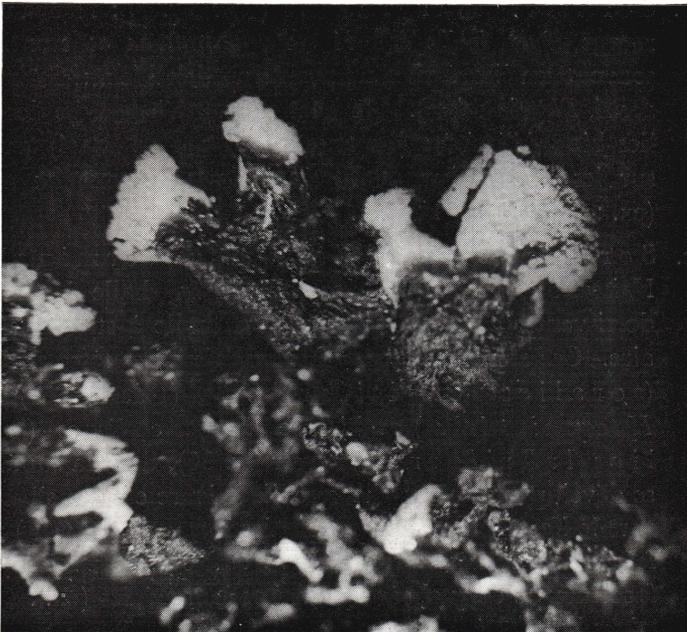


FIG. 10. — Soralies terminales labriformes (*Hypogymnia physodes*, face inférieure d'un lobe du thalle). Gr. : 9,7 ×.

sont les petits amas pulvérulents ou granuleux eux-mêmes, de l'ordre de 25-100  $\mu$  de diamètre, tandis que les soralies sont les plages, généralement de forme bien définie, où sont produites les sorédies. Ces éléments jouent un rôle fondamental dans la reproduction végétative des lichens qui en sont pourvus et ils constituent des critères taxonomiques importants.

La disposition des sorédies est assez variée et DU RIETZ a distingué 11 types de soralies que l'on peut schématiquement grouper comme suit :

1. **Soralies diffuses** : Couvrant irrégulièrement le thalle, parfois presque totalement (ex. : podétions décortiqués de divers *Cladonia*) ; dans les thalles lépreux, ceux-ci peuvent être presque entièrement de nature sorédiale.
2. **Soralies limitées** : Confinées à des plages de forme et de situation définies.
  - a. **Soralies superficielles ou laminales** (voir fig. 7) : Naissant par rupture du cortex en position superficielle ou laminaire, elles peuvent s'élargir et même éventuellement envahir la surface du thalle (croûte sorédiale) (ex. : *Peltigera spuria*, *Parmelia sulcata*, *P. mougeotii*, *Usnea fulvovireagens*).
  - b. **Soralies marginales** (voir fig. 8) : Naissant à la marge d'un thalle foliacé ou squamuleux et constituant souvent un liseré plus ou moins complet (ex. : *Cetraria pinastri*, *Physcia grisea*). On peut assimiler à ce type des soralies bien délimitées (ne constituant pas de liseré) naissant sur les bords d'un thalle fruticuleux à rameaux aplatis (ex. : *Ramalina farinacea*).
  - c. **Soralies terminales ou subterminales** : Naissant à l'extrémité des lobes d'un thalle à structure dorsi-ventrale ou au sommet d'un thalle à structure radiaire. Ces soralies peuvent former de petites têtes arrondies (soralies capitiformes) (voir fig. 9) (ex. : *Hypogymnia tubulosa*) ou bien se disposer en lèvres (soralies labriformes) (voir fig. 10), dont la supérieure se développe souvent plus que l'inférieure et peut s'incurver vers le haut (ex. : *Hypogymnia physodes*, *Physcia tenella*) ; parfois aussi la lèvre supérieure se renfle en capuchon, à la face interne duquel sont produites les sorédies (ex. : *Physcia adscendens*).

On verra ci-dessous qu'il existe des intermédiaires entre sorédies et isidies.

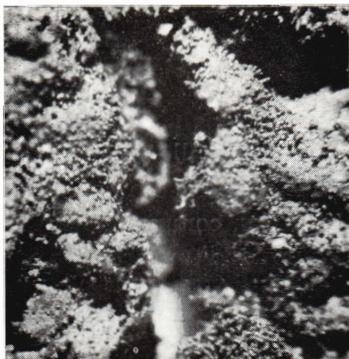
#### F. ISIDIES.

Formées typiquement à la face supérieure du thalle de nombreux lichens foliacés, parfois présentes également chez des espèces crustacées ou fruticuleuses, les isidies sont constituées, comme les soralies, d'hyphes et de gonidies, mais elles sont pourvues d'un cortex en continuité avec celui de la surface que les produit (voir fig. 11). Elles sont simples ou ramifiées et de forme variée : cylindrique (ex. : *Parmelia saxatilis*, *P. elegantula*), claviforme à spatulée (ex. : *Parmelia exasperatula*), squamiforme (ex. : *Parmelia laciniatula*), pastilliforme (ex. : *Parmelia pastillifera*), coralloïde (c'est-à-dire pourvues de constriction et d'épaississements successifs et généralement rameuses) (ex. : *Lasallia pustulata*), ... Les isidies se brisent souvent facilement et, se détachant du thalle, elles constituent comme les sorédies un mode efficace de propagation du lichen. L'ensemble des isidies est parfois désigné sous le nom d'*isidium*.

On peut rattacher aux isidies squamiformes, les squamules de régénération qui se forment principalement sur les parties traumatisées de certains thalles (ex. : *Peltigera praetextata*). Voisins de ces squamules mais se développant souvent en lobes thallins, sont les lobules adventifs qui apparaissent chez divers lichens foliacés et fruticuleux.

La différence entre « tubercule » et surtout « papille » d'une part et « isidie » d'autre part est parfois arbitraire. En principe, les premiers sont résistants, ne se brisent pas et ne jouent donc pas un rôle de propagation du lichen ; on parle cependant parfois d'*isidies verruciformes* à la face supérieure de certains thalles stratifiés (ex. : partie centrale du thalle de *Parmelia laciniatula*).

Enfin, il existe des intermédiaires ou des combinaisons entre isidies et sorédies. C'est ainsi que, chez *Nephroma parile* (selon M. et M<sup>me</sup> MOREAU), des masses sorédiales peuvent se recouvrir partiellement d'une calotte cortiquée, puis se résoudre à nouveau en sorédies typiques. Un cas assez fréquent est celui d'isidies qui évoluent en sorédies par altération de leur sommet ou de groupes d'isidies qui, par rupture de leur cortex, se transforment en masses farineuses, sur lesquelles persistent souvent des restes des extrémités cortiquées des isidies ; les soralies ainsi formées sont qualifiées d'*isidiales* (voir fig. 12) (ex. : *Parmelia subaurifera*, *Physcia nigricans*). Enfin,



1



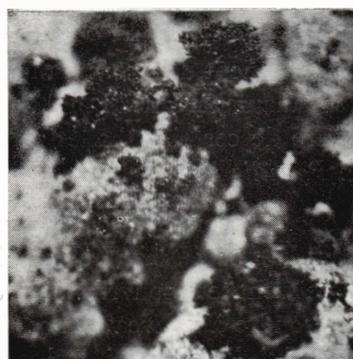
2



3



4



5



6

FIG. 11. — Principaux types d'isidies :

1. cylindriques (*Parmelia elegantula*) ; 2. claviformes à spatulées (*Parmelia exasperatula*) ; 3. squamiformes (*Parmelia laciniatula*) ; 4. pastilliformes (*Parmelia pastillifera*) ; 5. coralloïdes (*Lasallia pustulata*) ; 6. squamules de régénération (*Peltigera praetextata*). Gr. : 9,7 ×.



FIG. 12. — Soralia isidiales (*Parmelia subaurifera*). Gr. : 9,7 ×.

certaines isidies (isidies soré diales) se présentent à l'origine comme des excroissances formées sur des soralia (nommées de ce fait soralia isidifères) ; souvent, elles sont d'abord verruciformes, puis s'allongent en isidies cylindriques, simples ou ramifiées (ex. : *Usnea subfloridana*).

#### G. CÉPHALODIES.

On nomme céphalodies des productions présentant la particularité d'être formées par le mycobionte du lichen mais de contenir un phycobionte différent de celui du thalle proprement dit. Les céphalodies se rencontrent uniquement chez certains lichens à gonidies chlorophycées, tandis que l'algue de la céphalodie est une Cyanophycée.

On distingue habituellement deux types de céphalodies : externe ou ectotrophique (voir fig. 13) et interne ou endotrophique. Le premier type (ex. : *Peltigera aphthosa*, nombreux *Stereocaulon*) se présente ordinairement sous forme de verrues ou de masses irrégulières, souvent cortiquées, à la surface du thalle ; elles contiennent des Cyanophycées et sont greffées par un cordon d'hyphes ou par des poils sur le lichen à gonidies vertes. Les céphalodies internes sont beaucoup



FIG. 13. — Céphalodies externes ou ectotrophiques  
(face supérieure du thalle de *Peltigera aphthosa* var. *variolosa*). Gr. : 9,7 ×.

plus rares, naissent en surface mais sont rapidement entraînées à l'intérieur du thalle, où elles restent bien limitées (ex. : *Solorina saccata*) ou parfois s'étendent largement, formant une sorte de couche à Cyanophycées sous la couche gonidiale normale à Chlorophycées (ex. : *Solorina crocea*).

Le rôle des céphalodies est mal connu. On les a fréquemment assimilées à des galles produites par réaction du lichen contre l'intrusion d'une algue étrangère. Toutefois, comme les céphalodies sont généralement constantes chez les espèces qui les produisent, et de ce fait caractéristiques au point de vue taxonomique, une autre fonction est probable, notamment dans la nutrition azotée du lichen.

## REPRODUCTION DES LICHENS

### MORPHOLOGIE DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR

#### **Multiplication végétative du lichen.**

La dissémination peut se faire par simple fragmentation du thalle, les morceaux dispersés redonnant naissance à des individus complets (ex. : de nombreux *Cladonia*), ou par développement de lobules adventifs en nouveaux thalles. On a vu par ailleurs que les sorédies et les isidies jouent un rôle important dans la propagation de multiples

espèces ; chez certaines d'entre elles, il est même le seul mode de reproduction connu.

### **Reproduction de l'algue.**

Les Algues bleues peuvent montrer en symbiose des modes de reproduction asexuée semblables à ceux des Cyanophycées voisines ou semblables vivant à l'état libre (hétérocystes, hormogonies, ...). Les gonidies chlorophycées se reproduisent en culture par aplanospores ou par zoospores biflagellées, formées les unes et les autres dans des sporocystes. Les secondes ne sont pas produites en symbiose, où les aplanospores sont d'ailleurs exceptionnelles. La reproduction du phycobionte se fait normalement, à l'intérieur du thalle du lichen, par simple division des cellules.

### **Reproduction agame du champignon.**

Les oïdies et les conidies, répandues chez les champignons non lichénisés, sont exceptionnelles chez les lichens ; les secondes n'ont guère été observées que dans quelques cultures pures de mycobiontes.

Par contre, une production particulière aux lichens et fréquente est celle des pycnoconidies (appelées aussi pycnospores, microconidies ou spermaties). Ces « spores » exogènes sont portées sur des conidiophores ou fulcres, à l'intérieur de petits conceptacles (généralement de quelques dixièmes de millimètre de diamètre) nommés pycnides ou conidianges. Ceux-ci sont immergés dans le thalle (voir fig. 14) ou plus rarement (ex. : *Cladonia*) adhèrent seulement par leur base (voir fig. 18) ; ils présentent une forme généralement urcéolée, avec ostiole apical, et sont limités par une paroi nommée périfulcrium. Les conidiophores ont une morphologie variée ; GLÜCK en distingue 8 types, qui peuvent être groupés en deux séries : fulcres exobasidiés, comprenant une cellule basale et une cellule intermédiaire (stérigmate) portant la pycnoconidie, et fulcres endobasidiés, constitués d'une cellule basale qui porte directement la pycnoconidie.

Les pycnoconidies sont uninucléées, hyalines et généralement de très petite taille (1-10  $\mu$  de long). On a signalé aussi de grandes conidies, souvent pluricellulaires, hyalines ou colorées en brun, que l'on a appelées macroconidies ou stylospores ; elles paraissent avoir une origine analogue à celle des pycnoconidies.

La signification biologique de ces conidies a été souvent discutée ; elles ont été considérées jadis comme des cellules sexuelles mâles (d'où le nom de spermaties), mais cette hypothèse est aujourd'hui



FIG. 14. — Pycnides ou conidianges immergés dans un thalle foliacé (*Parmelia acetabulum*). Gr. : 9,7 ×.

abandonnée. Leur germination en filaments mycéliens a été observée en culture et on pense qu'elles peuvent assurer dans certains cas la reproduction agame du mycobionte, à la manière des conidies des champignons non lichénisés.

### **Reproduction sexuée du champignon.**

Ne considérant que les lichens dont le mycobionte est un Ascomycète, on nomme traditionnellement « a p o t h é c i e s » tous les appareils où sont produites les ascospores, quelle que soit la structure de ces organes. Nous nous conformerons ici à cet usage. Toutefois, une variante terminologique consiste à réserver le terme d'apothécies pour les fructifications des lichens dont le mycobionte est un Disco-mycète, nommant périthèces celles des espèces dont le champignon est un Pyrénomycète.

#### **A. STRUCTURE DES APOTHÉCIES.**

Les apothécies des lichens présentent des caractères comparables à ceux des ascocarpes des Ascomycètes non lichénisés. Cependant leur taille reste modeste (1,5 cm maximum en général) et leur persistance est généralement bien plus longue. Les apothécies se forment

à la face supérieure du thalle chez les espèces crustacées, squamuleuses et foliacées, généralement sur la surface, plus rarement à la marge (ex. : *Cetraria*, *Peltigera*) ; très rarement (*Nephroma*), l'apothécie est formée à la face inférieure d'un lobe qui se retourne par la suite. Chez les lichens fruticuleux, les apothécies sont soit terminales ou subterminales (ex. : *Ramalina fastigiata*, *Usnea florida*), soit latérales (ex. : *Ramalina fraxinea*, *Roccella*).

On peut distinguer trois types fondamentaux d'apothécies, montrant d'ailleurs chacun de multiples variantes :

- l'apothécie discoïde ;
- l'apothécie hystériforme ou lirelle ;
- l'apothécie pyrénocarpée ou périthèce.

### 1. Apothécie discoïde.

Cette apothécie est typiquement une sorte de petite pézize : une coupe à l'intérieur de laquelle se trouve l'hyménium (ou thécium), composé des asques et de filaments stériles, nommés paraphyses. Le sommet des paraphyses est généralement épaissi, et ces extrémités densément jointes forment une couche, nommée épithécium ou épihyménium, constituant la surface du disque de l'apothécie et en déterminant la coloration. Sous l'hyménium (et le sous-hyménium, toujours mince), se trouve une couche particulière : l'hypothécium ; son épaisseur, sa couleur, sa forme générale et sa structure (euthy- ou paraplectenchymateuse) constituent des caractères taxonomiques souvent importants.

Extérieurement à la partie fertile de l'apothécie et aux couches sous-jacentes, se forme en principe une marge, connue sous le nom

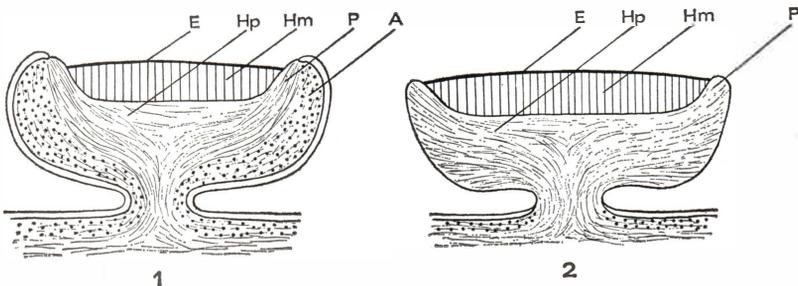


FIG. 15. — Coupes transversales schématisques d'une apothécie lécanorine (1) et d'une apothécie lécidéine (2) :

E = épithécium ou épihyménium ; Hp : hypothécium ; Hm = hyménium ;  
P = parathécium ; A = amphithécium.

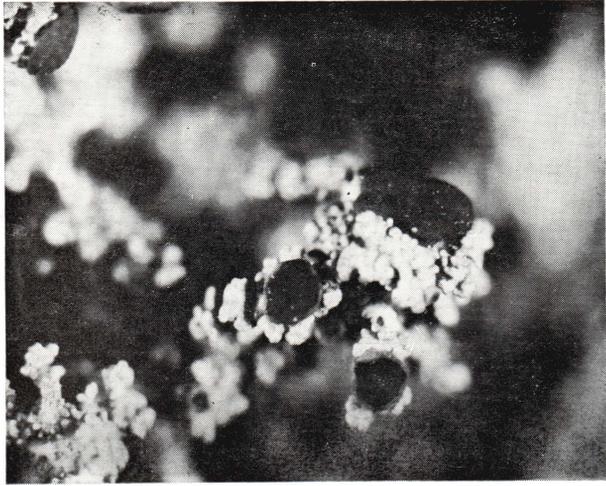


FIG. 16. — Apothécies lécidéines (*Stereocaulon dactylophyllum*). Gr. : 9,7 ×.

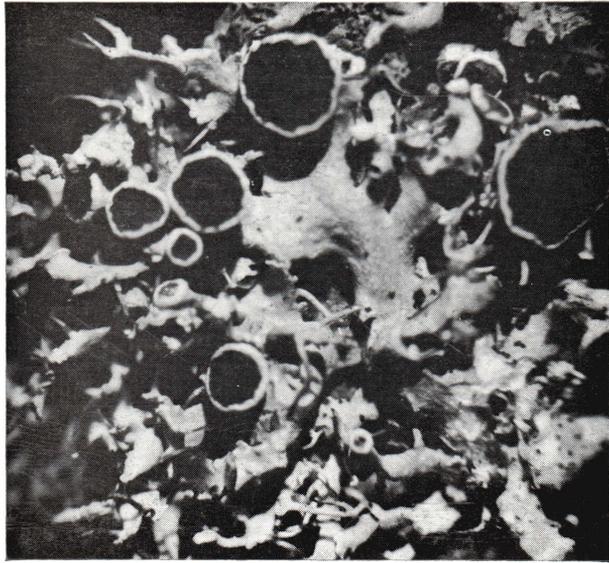


FIG. 17. — Apothécies lécanorines (*Phycia tenella*) (noter aussi les cils marginaux).  
Gr. : 9,7 ×.

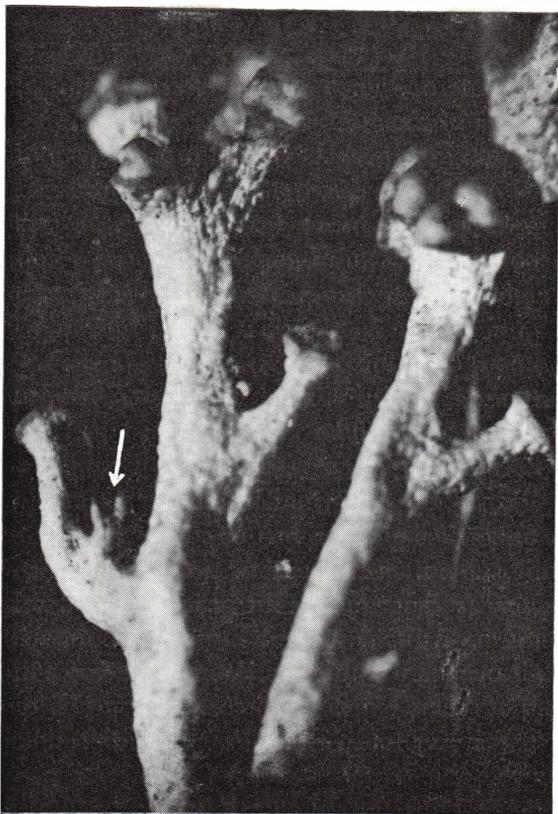


FIG. 18. — Portion terminale d'un podétion de *Cladonia gracilis*, avec apothécies léci-déines et conidianges cylindriques adhérant par leur base (marqués par une flèche).  
Gr. : 9,7 ×.

de rebord (ou excipulum) propre ou parathécium, constitué uniquement par le champignon. Ce rebord est seul présent dans une première catégorie d'apothécies discoïdes, appelées « l é c i d é i n e s » (voir fig. 15, 16 et 18) (ex. : *Lecidea*, *Rhizocarpon*, *Stereocaulon*, *Cladonia*). Dans une seconde catégorie, le parathécium est recouvert d'un deuxième rebord, de structure analogue à celle du thalle — sinon d'origine thalline —, pourvu d'un cortex et contenant des gonidies ; ce rebord, appelé rebord (ou excipulum) thallin ou amphithécium, est normalement plus épais que le parathécium, qu'il cache d'ordinaire à peu près complètement. Les apothécies pourvues à la fois d'un parathécium et d'un amphithécium se reconnaissent donc aisément à l'aspect thallin de leur marge et à la présence d'algues dans celle-ci : elles sont dites « l é c a n o r i n e s » (voir fig. 15 et 17) (ex. : *Leca-*

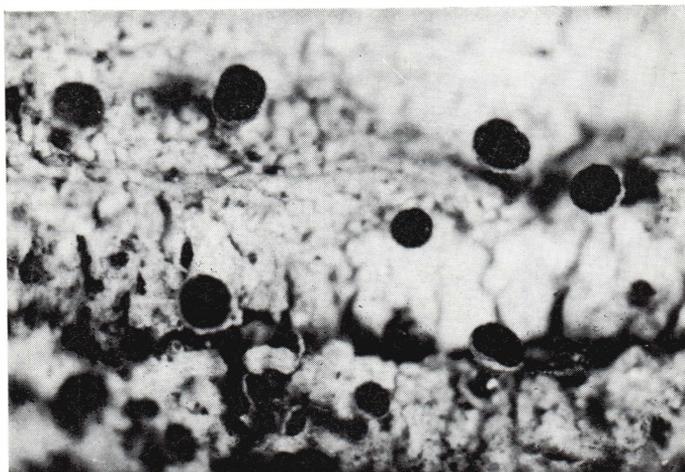


FIG. 19. — Apothécies stipitées à mazaedium, typiques des Caliciaceae (*Calicium adpersum*). Gr. : 20×.

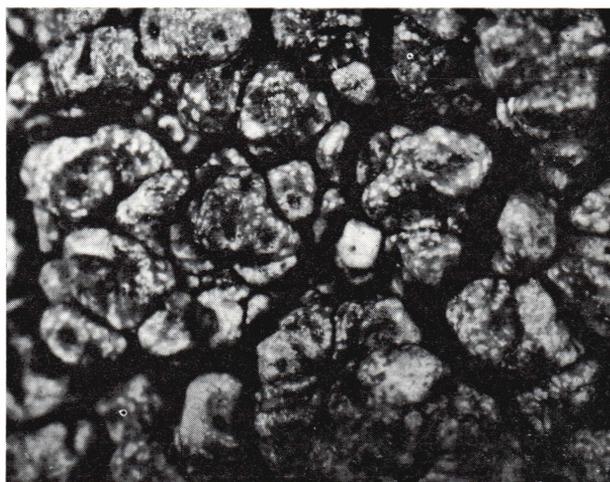


FIG. 20. — Apothécies de *Pertusaria pertusa*, groupées à plusieurs dans des verrues thal-  
lines, avec ouvertures ponctiformes. Gr. : 9,7×.

*nora*, *Parmelia*, *Usnea*) et sont très répandues notamment chez les macrolichens.

A ces deux types d'apothécies discoïdes peuvent être rapportées diverses variantes, modifiant plus ou moins profondément les structures décrites ci-dessus. A signaler notamment les apothécies adnées, correspondant à un de ces types mais enfoncées dans le thalle avec la surface hyméniale affleurante (ex. : *Peltigera*) ou même en creux (ex. : *Solorina*). Au contraire, l'hypothécium peut s'étirer verticalement en une sorte de cylindre, constituant un stipe à l'apothécie. Cet allongement est maximum dans la famille des Caliciaceae, où le stipe, généralement grêle, forme un véritable pédicelle, qui peut devenir plus long que l'apothécie elle-même (voir fig. 19).

Enfin, certaines structures annoncent plus ou moins nettement le type périthèce. C'est le cas entre autres des apothécies des *Pertusaria*, subsphériques au moins à l'origine, groupées à plusieurs dans des verrues thallines, avec ouvertures demeurant plus ou moins étroites, ponctiformes même chez certaines espèces (ex. : *Pertusaria pertusa*) (voir fig. 20).

## 2. Apothécie hystérisforme ou lirelle.

Ce type est caractérisé par l'allongement de l'apothécie, qui devient étroitement elliptique à linéaire ; elle est simple ou ramifiée, parfois plus ou moins en étoile (voir fig. 21). L'enveloppe peut être simple (parathécium), double (parathécium et amphithécium) ou nulle (ex. : *Arthonia*) ; parfois, il peut se former plusieurs parathéciums accolés. La lirelle correspond typiquement à l'ascocarpe des champignons de l'ordre des Hystériales, nommé hystérothécium (ex. : *Hysterium*, *Gloniopsis*, petits champignons à ascocarpe carbonacé, en grain de café allongé, fréquents sur les écorces et les végétaux morts).

## 3. Apothécie pyrénocarpée ou périthèce.

Les périthèces sont des apothécies de petite taille (parfois moins d'un millimètre de diamètre), totalement ou partiellement immergées dans le thalle (voir fig. 22 et 23). Ils présentent la structure typique des périthèces des Pyrénomycètes, à savoir la forme d'une outre ou d'une sphère, s'ouvrant par un pore étroit, souvent ponctiforme, nommé ostiole. Le pyrénium, correspondant au parathécium, généralement coriace et sombre, entoure totalement l'hyménium (pyrénium entier) ou ne forme qu'une enveloppe incomplète ne se prolongeant pas sous celui-ci (pyrénium dimidié). Un rebord thallin

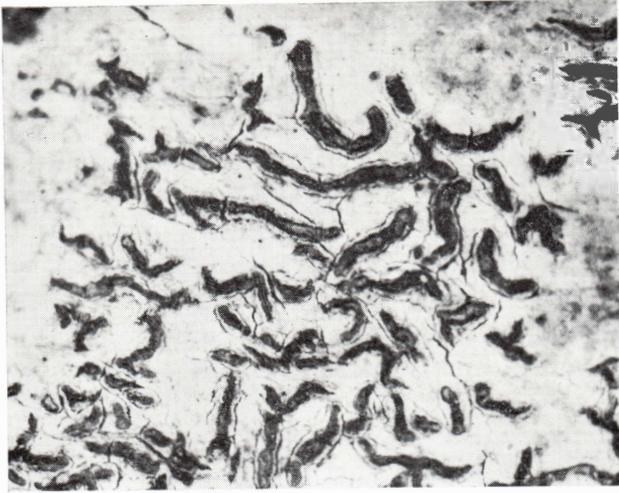


FIG. 21. — Apothécies hystériformes ou lirelles (*Graphis scripta*). Gr. : 9,7 ×.

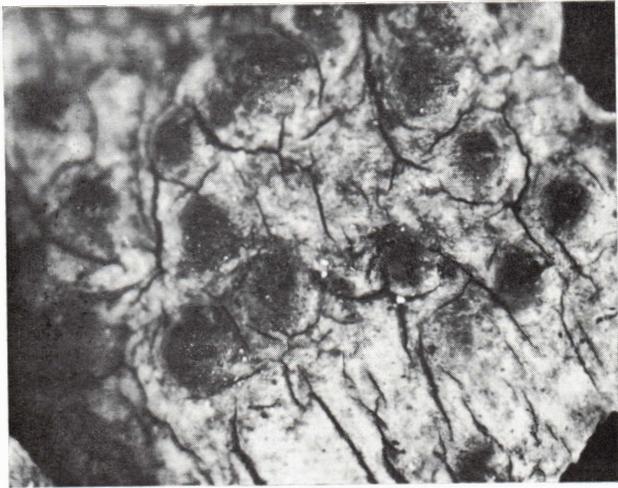


FIG. 22. — Apothécies pyrénocarpées ou périthèces, partiellement immergés dans un thalle crustacé (*Pyrenula nitida*). Gr. : 9,7 ×.

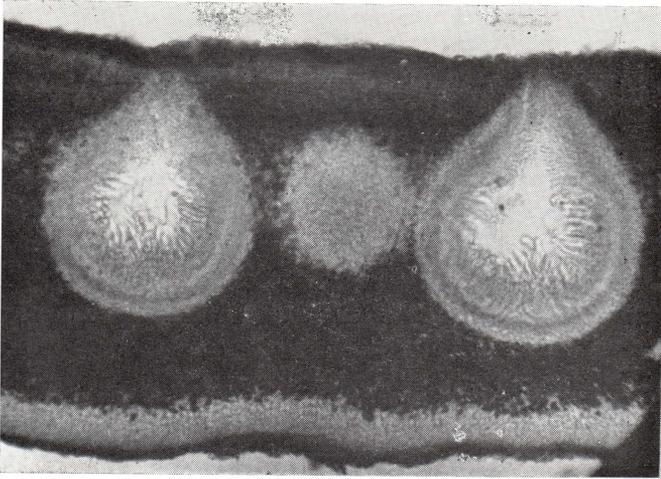


FIG. 23. — Apothécies pyrénocarpées ou périthèces, totalement immergés dans un thalle foliacé-ombilicé (*Dermatocarpon miniatum*, coupe transversale). Gr. : 100 ×.

ou involucre existe chez certaines espèces à périthèces saillants. Le « noyau » du périthèce comprend l'hyménium (sans épithécium), l'hypothécium et parfois des pseudoparaphyses, filaments mycéliens issus du parathécium. Enfin, plusieurs périthèces sont parfois réunis dans des stromas de structure plus ou moins complexe, chacun étant pourvu de son ostiole propre (cas des familles essentiellement tropicales des Trypetheliaceae, Mycoporaceae, ...).

#### B. STRUCTURE DE L'HYMÉNIUM ET DES ASCOSPORES.

L'hyménium est formé en principe des asques et des filaments stériles interascaux ; rarement, on note aussi, dans certains périthèces, des gonidies dites « hyméniales » (ex. : *Endocarpon*, *Staurothele*).

Les asques sont généralement en forme de massue, plus rarement cylindriques ou pyriformes ; leur taille est le plus souvent comprise entre 30 et 100  $\mu$  de longueur. Leur morphologie est complexe et variable d'un cas à l'autre. Elles sont unituniquées ou (le plus souvent ?) bituniquées et pourvues d'un « appareil apical » plus ou moins compliqué. Cette structure correspond à celle de l'« asque inoperculée » des anciens auteurs, le type operculé étant inconnu chez les lichens. Chez les Caliciales, les asques se détruisent rapidement et forment avec les spores, généralement de couleur sombre, et les paraphyses détruites elles aussi, une masse pulvérulente, nommée *m a z a e d i u m*, qui remplace l'hyménium (voir fig. 19).

Les asques sont habituellement accompagnées de paraphyses. Celles-ci sont soit libres, soit cohérentes, simples ou ramifiées, non cloisonnées ou pluricellulaires, à extrémité mince ou renflée ; parfois, elles se gélifient complètement (ex. : *Arthopyrenia*) et ont disparu dans les périthèces adultes. Cette gelée est d'ailleurs présente à des degrés divers dans les périthèces et son augmentation de volume par l'humidité favorise l'expulsion des spores.

Les travaux morphogénétiques récents ont mis en évidence la signification profonde des filaments stériles interascaux, liée au développement de l'appareil parathécial. À côté des paraphyses vraies, les auteurs ont distingué des « paraphysodes » et des « pseudo-paraphyses » : nous évoquerons brièvement ces problèmes à propos de la biologie et de la systématique moderne des lichens.

Les ascospores sont généralement disposées par 8 dans chaque asque ; rarement, elles sont plus nombreuses (ex. : 16 chez *Lecidea geophana* ; en grand nombre chez les *Biatorella* et *Acarospora*) ou moins nombreuses (ex. : par 4, 2 ou solitaires chez divers *Pertusaria*). Leur longueur se situe en moyenne entre 5 et 20  $\mu$ , mais elle varie en fait dans des proportions beaucoup plus importantes (entre 2 et 400  $\mu$  environ !). La membrane est divisée en deux couches plus ou moins distinctes suivant les cas : une épispore, parfois très épaisse et même ornementée (beaucoup plus rarement que chez les Ascomycètes libres !) (ex. : *Pertusaria*), et une endospore mince. Le cytoplasme renferme souvent des gouttelettes d'huile, d'aspect très réfringent.

Les caractéristiques des spores constituent des critères taxonomiques importants, fondamentaux notamment pour l'identification de la plupart des lichens crustacés. On peut reconnaître trois types principaux, avec diverses variantes (voir fig. 24) :

1. Spores simples : Ovoïdes, elliptiques, fusiformes ou sphériques, souvent hyalines, à un seul noyau ou rarement (*Pertusaria*) multinucléées.
2. Spores cloisonnées : Ovoïdes, elliptiques, fusiformes, bacilliformes ou aciculaires, montrant une à dix cloisons, rarement beaucoup plus, hyalines ou colorées. Le cloisonnement est ou bien limité au sens transversal ou bien il se fait suivant les deux directions perpendiculaires ; dans ce second cas, les spores sont dites murales (ex. : *Thelotrema*, *Diploschistes*, *Rhizocarpon* subg. *Rhizocarpon*). Les compartiments délimités sont uninucléés.
3. Spores polarioculaires : Spores ovoïdes à elliptiques, hyalines ou colorées, à membrane présentant un épaisse-

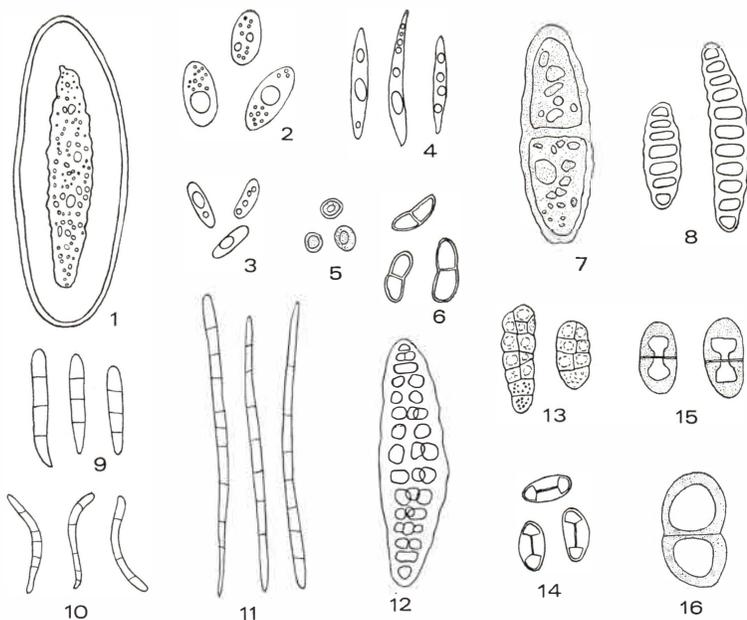


FIG. 24. — Principaux types d'ascospores :

1-5 : SPORES SIMPLES : 1-3. elliptiques à ovoïdes (1. *Pertusaria pertusa*, 2. *Dermatocarpon rufescens*, 3. *Baeomyces rufus*) ; 4. fusiformes (*Baeomyces roseus*) ; 5. sphériques (*Chaenotheca ferruginea*).

6-13 : SPORES CLOISONNÉES : 6-7 : bicellulaires (6. *Ramalina fastigiata*, 7. *Solorina saccata*) ; 8-11 : pluricellulaires : 8. elliptiques à elliptiques-fusiformes (*Graphis scripta*), 9. bacilliformes (*Stereocaulon dactylophyllum*), 10. bacilliformes-hélicoïdales (*Bacidia umbrina*), 11. aciculaires (*Bacidia rubella*) ; 12-13 : murales (12. *Thelotrema lepadinum*, 13. *Rhizocarpon obscuratum*).

14 : SPORES POLARILOCULAIRES (*Xanthoria polycarpa*).

15-16 : PASSAGE DU TYPE POLARILOCULAIRE AU TYPE BICELLULAIRE dans la famille des Physciaceae (15. *Physcia aipolia*, 16. *Anaptychia ciliaris*).

Gr. : 1 : 220 × ; 2-16 : 550 × (orig.).

ment considérable en position équatoriale, refoulant le cytoplasme dans deux loges polaires, reliées entre elles par un canal étroit ou séparées par une mince cloison traversant le canal. Les spores polariloculaires présenteraient généralement un noyau par logette. Dans la famille des Physciaceae s.l., se rencontrent divers intermédiaires entre spores polariloculaires et spores bicellulaires à paroi épaissie et colorée ; de tels intermédiaires sont connus aussi dans le cas des spores hyalines des Teloschistaceae s.l.

## BIOLOGIE DES LICHENS

Les rapports physiologiques entre le myco- et le phycobionte, les résultats des cultures pures de l'un et de l'autre, les essais de synthèses lichéniques expérimentales, les formes inférieures de la lichénisation, les théories de la symbiose lichénique ainsi que les problèmes du développement et de la croissance de ces organismes seront brièvement évoqués ici.

### Cultures et synthèses expérimentales.

Depuis les travaux de CHODAT (1909) et de ses élèves, des cultures pures des phycobiontes des lichens sont réalisées sans grande difficulté ; ces cultures sont souvent indispensables, avons-nous déjà noté, pour une identification précise de l'algue. La plupart des genres de phycobiontes existent à l'état libre, encore qu'il faille souligner que les *Trebouxia*, type de gonidies de loin le plus répandu, ne semblent pas connus avec certitude en dehors de l'état lichénisé. Un certain nombre de gonidies ont par ailleurs été identifiées à des espèces algales libres ; c'est le cas par exemple d'algues épiphyllées et de certains *Trentepohlia*, *Chlorella*, *Heterococcus*, *Nostoc*, *Gloeocapsa*, etc...

Toutefois, en général tout au moins, le comportement physiologique des gonidies révélé par la culture diffère plus ou moins profondément de celui des algues libres relevant des mêmes groupes taxonomiques. C'est ainsi que les gonidies marquent une nette tendance au saprophytisme, la croissance étant beaucoup plus rapide sur milieux sucrés que sur milieux minéraux. On a aussi mis en évidence une vitesse de croissance de toute façon réduite, contrastant avec une incorporation rapide du  $\text{CO}_2$ , une production accrue de pigments ( $\beta$  carotène, ...), ainsi qu'une excrétion dans le milieu de culture de diverses substances organiques, notamment des vitamines. La fixation d'azote atmosphérique a été démontrée expérimentalement pour des gonidies cyanophycées.

La culture du mycobionte est plus délicate et les résultats obtenus par les différents chercheurs sont parfois contradictoires. D'un point de vue morphologique, certains font état d'une différenciation de faux-tissus et des couches caractéristiques des thalles hétéromères, tandis que d'autres considèrent qu'il n'y a pas de relation précise entre l'aspect des cultures et la morphologie du thalle du lichen correspondant.

D'un point de vue physiologique, la vitesse de croissance du my-

célium est généralement réduite et les caractères morphologiques et biochimiques du champignon sont largement dépendants de la nature des sources carbonée et azotée. Un apport de vitamines est fréquemment nécessaire pour permettre un développement convenable des cultures. Enfin, si le champignon peut produire seul certains métabolites caractéristiques du lichen lui-même (par ex. la pariétine, pigment orange des *Xanthoria*), les « substances lichéniques » les plus typiques, tel les depsides et les depsidones (voir chimisme des lichens), ne sont pas synthétisées dans ces conditions.

Des essais de synthèses lichéniques expérimentales, à partir de cultures pures des deux symbiotes, ont été tentés à diverses reprises et des résultats spectaculaires en cette matière ont été annoncés par BONNIER dès 1886. Cependant ces résultats n'ont pu être reproduits comme tels et ils sont aujourd'hui sérieusement contestés. En fait, diverses expériences mettent en évidence l'apparition précoce de relations étroites entre l'algue et le champignon, notamment un enlacement des gonidies par les hyphes, mais ce stade est difficilement dépassé. Sur milieu trop riche en substances nutritives, la croissance de l'un ou des deux constituants est souvent plus rapide, mais ceux-ci tendent à se séparer, le champignon vivant en pur saprophyte. Toutefois, après un premier succès relatif de THOMAS (1939), AHMADJIAN (1962-1966) a obtenu, après de nombreux mois de culture, de petits thalles d'*Acarospora fuscata*, ainsi que des squamules et des podétions (avec pycnides et même ébauche d'hyménium) de *Cladonia cristatella*.

La possibilité de synthèse expérimentale complète d'un lichen peut donc être considérée comme démontrée, mais elle se heurte à d'énormes difficultés. Cette synthèse suppose en effet un équilibre nutritionnel complexe, très difficile à réaliser in vitro.

### **Formes inférieures de la symbiose lichénique.**

A côté des lichens parfaits, à morphologie profondément originale et bien définie, se situent des phénomènes de parasitisme ou d'association lâche, éphémère ou facultative entre des champignons et des algues.

C'est ainsi que les algues aériennes, colonisant les troncs, les rochers ou les sols, sont fréquemment entremêlées de filaments mycéliens, qui tendent parfois à les enserrer ; les relations entre les deux organismes sont tantôt celles de parasitisme, tantôt de saprophytisme. Des unions passagères ou fortuites entre des champignons supérieurs et des algues, voire même des protonémas de mousses,

ont été signalées à diverses reprises. A vrai dire d'ailleurs, des Deutérolichens filamenteux (*Racodium*, *Cystocoleus*), formés d'un simple manchon mycélien autour de filaments algaux, sont considérés par AHMADJIAN par exemple comme des associations lichéniformes plutôt que comme de vrais lichens ! Enfin, il est certain que l'intimité des relations entre les deux symbiotes d'un lichen varie considérablement suivant les espèces, allant du cas d'un thalle gélatineux, où les hyphes paraissent sans liaison particulière avec les gonidies, à celui du développement par le mycobionte d'haustoria intracellulaires.

On peut aussi considérer comme formes rudimentaires de la lichénisation les thalles lépreux ou « lèpres », constitués par des amas plus ou moins bien délimités d'hyphes enserrant des gonidies, c'est-à-dire de nature sorédiale. Ces lèpres correspondent en fait à plusieurs possibilités : thalle normal de certains lichens, tels que beaucoup de Caliciaceae, forme imparfaite de certains autres, liée à des conditions écologiques défavorables (on voit par exemple des squamules de *Cladonia* passer à des amas pulvérulents avec l'augmentation de l'ombrage et de l'humidité des biotopes), ou encore « espèce » autonome, toujours stérile mais à multiplication végétative éventuellement active (ex. : *Lepraria membranacea*). Dans ce dernier cas, on peut d'ailleurs imaginer que certains thalles lépreux sont des formes élémentaires de lichénisation alors que d'autres sont la résultante d'une évolution dégradatrice, à partir de formes plus différenciées (cas de « *Caloplaca* » *xantholyta* ?).

Un autre stade est réalisé par les parasymbiotes. Ce sont de petits Ascomycètes (tel *Abrothallus parmiliarum*, fréquent sur le thalle des *Parmelia*) se développant sur un lichen mais sans être vraiment parasites ; n'endommageant ni les gonidies ni les hyphes de l'hôte, le parasymbiote se comporte vis-à-vis des premières comme le mycobionte : il les enserre et les exploite. Entre parasymbiose (ou cosympiose) et parasitisme existe une gamme de cas intermédiaires.

Dans certains groupes de champignons, en particulier des Pyrénomycètes, des Caliciales et des Graphidales, on connaît des espèces dont le thalle est presque dépourvu de gonidies et pour lesquelles il est difficile de préciser s'il s'agit de mycètes lichénisés ou non. Quelquefois d'ailleurs, cette lichénisation peut être facultative. Enfin, dans un même genre, parfaitement homogène, existent parfois des espèces typiquement lichénisantes à côté d'autres saprophytiques ou parasites : c'est le cas par exemple des *Calicium*, où de vrais lichens voisinent avec des espèces purement fongiques, comme *C. polyporeum*, parasite sur les polypores.

## **Théories de la symbiose lichénique.**

La nature des rapports physiologiques et morphologiques entre les deux symbiontes des lichens, en particulier le problème de la nutrition de l'ensemble, a donné lieu à des interprétations diverses, qui ont parfois fait l'objet de vives polémiques. Aussi, convient-il de rappeler les principales théories de cette symbiose élaborées depuis la découverte de SCHWENDENER.

1. **Symbiose mutualiste**: Les particularités morphologiques, anatomiques et biochimiques des lichens, leurs vastes possibilités écologiques, témoignent de la « réussite » de ce mode de vie en commun de deux organismes végétaux et suggèrent l'idée d'une association mutualiste. Le phycobionte fournirait au champignon les glucides nécessaires, voire même des matériaux plus élaborés que de simples hydrates de carbone. Des vitamines seraient également mises à sa disposition par diverses gonidies ; enfin, dans le cas des Cyanophycées, celles-ci feraient profiter le champignon de l'azote qu'elles peuvent fixer directement. En échange, le mycobionte assurerait l'hébergement des gonidies, les protégerait contre la dessiccation et leur procurerait l'eau et les sels minéraux qu'il puise dans le substrat.

2. **Symbiose antagoniste**: Selon les théories antagonistes, un des symbiontes exploiterait l'autre, qui ne tirerait que peu de profit de cette vie en commun.

L'idée la plus ancienne est celle de **hélotisme** (du grec *εἰλωτης*, Ilote, esclave des Spartiates) : si le champignon favorise le développement et la multiplication du phycobionte, ce n'est que pour mieux en tirer parti ! L'argument principal en faveur de cette interprétation est le fait que, en symbiose, le mycobionte produit normalement apothécies et pycnides, tandis que le phycobionte est gêné dans sa reproduction ; sa culture est plus facile que celle du champignon et, dans ces conditions, des sporocystes apparaissent fréquemment.

L'idée d'un **parasitisme** réel de la part du mycobionte a aussi été émise : elle s'appuie sur la présence d'haustoria intramembranaires ou même intracellulaires développés par le champignon.

Le lichénologue russe ELENKIN modifie le concept du parasitisme par celui de l'**endophytisme** : le champignon, essentiellement saprophytique comme la majorité de ses congénères, exploiterait les cadavres des gonidies (plages nécrases), même s'il n'est pas toujours responsable de leur mort.

Au contraire, pour les partisans de la théorie de l'algoparasitisme, ce serait le phycobionte qui profiterait le plus de l'association, tandis que le mycobionte vivrait essentiellement en saprophyte sur le substrat. En faveur de cette interprétation, on invoque le fait que, en culture, l'algue se développe mal sur milieu purement minéral, tandis qu'un apport glucidique — qui en symbiose proviendrait du champignon — favorise considérablement ce développement. Partant de la notion d'algoparasitisme, les mycologues français M. et M<sup>me</sup> MOREAU ont développé la théorie de l'algocécidisme, selon laquelle le lichen tout entier pourrait être assimilé à un champignon malade, répondant à un parasitisme algal par la formation d'un thalle qui a la valeur d'une galle, plus précisément d'une algocécidie. L'équilibre de forces entre parasite et parasité explique le caractère durable du lichen en tant que tel, mais les plages nécrasales traduisent des victoires locales du mycobionte sur le phycobionte.

Pour mémoire, on peut encore signaler une théorie de la polysymbiose, qui fait intervenir le rôle physiologique de bactéries des lichens, et la parasymbiose, cas réel mais très particulier évoqué précédemment.

Quelle synthèse peut-on dégager de ces diverses conceptions ? La théorie de la symbiose mutualiste est assurément assez satisfaisante pour l'esprit : elle rend bien compte de la haute originalité morphologique, biochimique et écologique des lichens les plus évolués, qui constituent une entité particulière au sein du règne végétal et non la simple résultante d'une banale vie en commun d'une algue et d'un champignon. Néanmoins, si aucune des théories de symbiose antagoniste ne peut sérieusement être généralisée à tous les lichens, il est vrai que chacune met l'accent sur des aspects de la symbiose lichénique, particuliers ou occasionnels sans doute mais qui n'en restent pas moins bien réels. C'est ainsi par exemple que la fréquence des haustoria, récemment démontrée par la microscopie électronique, est presque le symbole du parasitisme !

En conclusion, le problème n'est pas simple et les relations entre les deux symbiotes ne peuvent se ramener à un schéma élémentaire. Comme le suggère d'ailleurs la variabilité de la part prise par l'un ou l'autre constituant dans la morphogenèse du thalle, les rapports existant entre eux à l'intérieur de ce dernier sont susceptibles de varier considérablement, suivant les espèces, les individus, les circonstances, etc... Il est évident d'autre part qu'entre les lichens parfaits, dont chacun constitue une unité originale, et les cham-

pignons supérieurs saprophytiques ou parasites, se situent de multiples cas d'associations élémentaires ou facultatives, dont la signification biologique ne peut être assimilée à celle de la symbiose lichénique la plus élaborée.

### Développement et croissance.

Les premiers stades du développement du thalle d'un lichen diffèrent évidemment suivant que l'élément de dispersion est soit une sorédie ou une isidie, soit une ascospore (ou peut-être éventuellement une pycnoconidie). Dans le premier cas, myco- et phycobionte sont dès le départ intimement associés, alors que, dans le second, les filaments germinatifs du champignon doivent aller à la recherche des algues qui leur conviennent pour constituer l'ébauche du lichen. Comme les *Trebouxia* constituent le type de gonidies le plus fréquent et que ces algues ne paraissent pas exister à l'état libre, il faut bien admettre que la « source » de ces phycobiontes est constituée par des sorédies ou par des individus algaux issus directement de ces dernières. Lorsqu'on songe au nombre et à la diversité des spores de lichens germant sur un substrat (il n'est pas rare de trouver une dizaine d'espèces sur quelques dm<sup>2</sup> !), ainsi qu'à la variété des algues terrestres qui se développent au même endroit, on ne peut que s'émerveiller du fait que les multiples enlacements entre ces organismes finiront par donner des thalles bien déterminés, délimités, appartenant à des « espèces lichéniques » que le systématicien retrouvera en diverses stations semblables à elles-mêmes.

Les stades ultérieurs du développement ont été bien étudiés, au moins dans certains cas (travaux de WERNER sur *Xanthoria parietina*, ...). L'ébauche du thalle est une petite masse arrondie ressemblant à une sorédie et nommée protothalle ; à partir de celle-ci, une organisation stratifiée (dans les types hétéromères) apparaît : formation du ou des cortex, localisation des gonidies, etc.

L'origine des ascocarpes est un problème beaucoup plus complexe : les importants travaux morphogénétiques menés sur les Ascomycètes depuis les recherches fondamentales de NANNFELDT (1932) ont porté partiellement sur des espèces lichénisées (DUGHI, SANTESSON, GROENHART, M<sup>me</sup> LETROUT-GALINOU, ...). Rappelons très succinctement les caractéristiques des deux grands types ontogéniques d'ascocarpes :

- **Type ascoculaire :** Les appareils ascogènes sont logés dans de simples cavités d'un stroma ou de petites sphères stromatiques. Il n'y a jamais de paraphyses vraies, mais le plafond de ces locules, au-dessus des asques, peut engendrer

des pseudo-paraphyses, à développement descendant (c'est-à-dire dans le sens inverse de celui des asques).

- **Type ascohyménial** : Les appareils ascogènes sont logés dans des ascothécies, incluses ou non dans des stromas, formées par des « filaments recouvrants » produits, au moins en partie, par la base de l'ascogone. Le fond de ces ascothécies, souvent aussi leurs flancs, engendrent habituellement des filaments interascaux qui sont des paraphyses vraies, se développant dans le même sens que les asques. Des recherches récentes (LETROUIT-GALINOU, 1967) ont mis en évidence l'existence, chez certains ascohyméniaux, d'un autre type de filaments interascaux, nommés paraphysoïdes, souvent anastomosés en réseau, qui se forment sans extrémité libre, reliant à l'origine le sous-hyménium au plafond de la cavité de l'ascocarpe. Les paraphysoïdes peuvent être les seuls filaments interascaux de l'hyménium ou bien disparaître en cours de développement et faire place à des paraphyses vraies.

Tous les Discomycètes sont des ascohyméniaux, tandis que les Pyrénomycètes s.l. sont soit ascohyméniaux, soit ascoloculaires. Une grande importance est accordée à ces caractères par la taxonomie moderne des Ascomycètes et par voie de conséquence des Ascolichens. Les travaux les plus récents indiquent que le type ascoloculaire est rare chez les lichens et caractériserait essentiellement les Arthopyreniales. Toutefois, surtout pour les Pyrénolichens s.l., les recherches ne sont pas encore suffisantes pour tirer des conclusions définitives en cette matière. C'est ainsi que pour les *Opegrapha* et les *Arthonia*, que l'on croyait ascoloculaires et que l'on avait pour cette raison séparés profondément des *Graphis*, ascohyméniaux, les derniers travaux de M<sup>m</sup>e LETROUIT-GALINOU démontrent leur origine également ascohyméniale, mais avec développement uniquement de paraphysoïdes et jamais de paraphyses vraies.

Dans le cas des Discolichens, des recherches importantes, qu'il est impossible de résumer ici, mettent en évidence divers types de développement de l'apothécie, notamment en ce qui concerne l'origine de l'excipulum.

La vitesse de croissance du thalle des lichens a été étudiée par plusieurs chercheurs dans des régions différentes. Elle varie considérablement d'une espèce à l'autre et suivant les circonstances édaphiques et climatiques. La moyenne serait d'environ 1 à 3 mm par an, mais l'accroissement ne dépasse pas quelques dixièmes de mm

en une année chez les *Umbilicaria*, alors qu'il peut atteindre 2 à 4 cm chez certains *Peltigera*. L'établissement de courbes de croissance pour quelques espèces déterminées a permis par extrapolation de dater certains dépôts morainiques d'âge inconnu. Des statues de pierre ont été datées par la même méthode, qui a donné des résultats correspondant bien à des données archéologiques.

## CHIMISME DES LICHENS

### Les « substances lichéniques ».

A une morphologie, une physiologie et — verrons-nous — une écologie hautement spécialisées, les lichens associent un chimisme particulièrement spécifique, qui traduit des aspects curieux de leur métabolisme. Dès 1826, à la suite de PFAFF, on avait donné le nom d'« acides lichéniques » à un groupe de substances synthétisées dans le thalle et excrétées, au moins finalement, sous forme de cristaux ou de granules sur les surfaces externes des hyphes. Au terme d'« acides lichéniques », on préfère actuellement celui, plus général, de « substances lichéniques » : en effet, si la majorité de ces corps sont effectivement des acides, d'autres sont cependant neutres. Ces substances sont fréquemment produites en quantités relativement importantes : elles peuvent en effet représenter plusieurs centièmes du poids sec total du lichen. On en connaît chez la grande majorité des espèces étudiées à ce point de vue, mais elles semblent toutefois absentes chez les lichens gélatineux.

A quelques exceptions près, les substances lichéniques ne sont connues nulle part ailleurs dans le monde vivant ; quelque 150 composés différents ont été ainsi mis en évidence et souvent bien caractérisés au point de vue chimique. Les substances lichéniques sont toutes insolubles dans l'eau, plus ou moins solubles dans l'éther et l'alcool, généralement très solubles dans l'acétone, le chloroforme et d'autres solvants analogues ; elles sont pour la plupart incolores, mais quelques unes sont vivement colorées et communiquent alors leur coloration au thalle ou aux organes où elles sont présentes. Nous ne les étudierons pas ici en détail : on trouvera dans les travaux d'ASAHINA et SHIBATA (1954), SHIBATA (1965), HALE (1967 : pp. 103-129) et autres, une vue d'ensemble sur leur structure, leurs propriétés et leur répartition dans les différents genres et espèces de lichens. Signalons seulement que ces substances sont essentiellement des triterpénoïdes, des dérivés de l'acide tétronique (diverses sub-

stances jaunes ne réagissant pas à KOH, colorant des lichens tels que *Cetraria pinastri*, *Candelaria concolor*, les *Candelariella*, *Rhizocarpon geographicum*, ...), des acides gras complexes, des quinones (surtout anthraquinones, jaunes ou rouges, réagissant à la potasse, tel la pariétine des *Xanthoria* ou l'acide rhodocladonique des apothécies et pycnides de certains *Cladonia*) et surtout des acides phénolcarboxyliques dérivés du phloroglucinol (acide usnique, très répandu), de l'orcinol et du  $\beta$  orcinol. Ces deux derniers types de dérivés, représentés principalement par les depsides et les depsidones, sont les plus spécifiques (\*) et les plus nombreux parmi les substances lichéniques, en même temps que les plus importants pour le taxonomiste. En voici quelques exemples :

- depsides de l'orcinol : acides lécanorique, évernique, olivétorique, divaricatique, gyrophorique.
- depsides du  $\beta$  orcinol : acides barbatique, barbatolique, thamnolique, atranorine.
- depsidones de l'orcinol : acides physodique,  $\alpha$  collatolique, lobarique.
- depsidones du  $\beta$  orcinol : acides salazinique, stictique, norstictique, protocétrarique, fumarprotocétrarique.

Dans le lichen, le responsable principal de la biosynthèse des substances lichéniques est certainement le mycobionte, qui utilise cependant comme point de départ des hydrates de carbone, voire des matériaux plus élaborés, fournis par le phycobionte. Le champignon cultivé seul in vitro est rarement capable de produire des substances lichéniques. Depsides ou depsidones n'ont jamais été mis en évidence dans ces conditions ; les résultats les plus spectaculaires, à savoir l'obtention des acides usnique, didymique et rhodocladonique par CASTLE et KUBSCH dans des cultures du mycobionte de *Cladonia cristatella*, n'ont pu être reproduits et sont actuellement mis en doute. Il semble que la réalisation de beaucoup de ces synthèses soit étroitement conditionnée par la vie symbiotique des deux constituants du lichen et en particulier par l'état d'équilibre nutritionnel que représente cette symbiose.

(\*) On ne connaît jusqu'ici qu'une seule exception à la spécificité absolue de ces métabolites au monde lichénique : deux depsidones très proches, la niduline et la norniduline, ont été isolés d'une souche d'*Aspergillus nidulans*, en 1954 par DEAN, ROBERTS et ROBERTSON

Le rôle joué par les substances lichéniques, qui sont souvent localisées à des endroits déterminés dans le lichen (cortex, médulle, apothécies, ...), est très mal connu. On leur a attribué la fonction d'opacifier le cortex supérieur de certaines espèces, de modifier la composition spectrale de la lumière parvenant aux gonidies, de régulariser le bilan hydrique du lichen, etc... Le fait le plus concret que l'on puisse verser au dossier de leur signification possible est l'action antibiotique souvent considérable que manifestent un certain nombre d'entre elles vis-à-vis des bactéries gram-positif.

## **Caractérisation et identification des substances lichéniques.**

### **A. RÉACTIONS THALLINES.**

C'est en 1866 que le lichénologue finlandais NYLANDER utilisa pour la première fois, empiriquement, les réactions tinctoriales que donnent certaines substances lichéniques en présence de réactifs appropriés. NYLANDER remarqua que le thalle de nombreux lichens peut se colorer en jaune ou en rouge sous l'effet de la potasse caustique, en rouge par action de l'hypochlorite de calcium, ou encore en jaune ou en rouge par application successive de ces deux réactifs. La voie des « réactions thallines » était ouverte et ce critère devait être utilisé avec succès par les systématiciens jusqu'à nos jours. D'autres réactifs, d'utilisation cependant, moins courante, vinrent bientôt s'ajouter : iode, acide nitrique, etc...

L'école japonaise d'ASAHINA a largement développé, depuis 1925, l'éventail des réactions tinctoriales : aux réactifs utilisés précédemment vint s'adjoindre tout une gamme d'autres substances. Les amines aromatiques devaient se révéler particulièrement utiles à ce point de vue et l'usage de celles-ci, surtout de la paraphénylènediamine, se répandit rapidement. D'autre part, les relations existant entre les diverses réactions tinctoriales et la nature des substances présentes dans le lichen furent établies avec autant de précision que possible. C'est ainsi qu'on sait qu'aucun composé de la série aliphatique ne donne de réaction colorée, que les dérivés hydroxyanthraquinoniques, colorés comme les dérivés de l'acide tétronique, s'en différencient aisément par leur virage au rouge ou au rouge violacé sous l'action des alcalis, etc...

Indiquons la nature exacte des réactifs employés et les sigles utilisés couramment en lichénologie pour les désigner :

K (KOH) : solution concentrée de potasse caustique (10 g pour 100 ml d'eau distillée) ;

C[Ca(OC1)<sub>2</sub>] : solution saturée d'hypochlorite de calcium dans l'eau distillée ; cette substance présente cependant l'inconvénient de s'oxyder rapidement au contact de l'air, aussi peut-on remplacer avantageusement ce réactif par l'hypochlorite de sodium [NaClO], qui est liquide et se conserve plusieurs mois ; dans les nombreux cas où nous avons testé comparativement ces deux réactifs, les résultats obtenus avec l'un et l'autre se sont montrés identiques ;

KC : application de K suivie immédiatement de celle de C ;

I (IKI) : solution d'iode dans l'iodure de potassium (0,5 g iode, 0,15 g KI, 25 g eau distillée) ;

N (HNO<sub>3</sub>) : acide nitrique concentré ;

Pd[C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] : solution de paraphénylènediamine dans l'éthanol (0,1 g dans 5 ml d'alcool à 95°) ; réactif utilisable pendant quelques heures seulement, à préparer à chaque utilisation, les cristaux eux-mêmes devant être protégés de la lumière. On peut utiliser une solution plus stable (réactif de STEINER) de formule suivante : 1 g p-phénylènediamine, 10 g sulfite de sodium, 100 ml eau distillée, 40 gouttes d'un liquide détergent.

Voici par ailleurs les principales substances lichéniques non colorées naturellement qui donnent des réactions tinctoriales avec les trois réactifs les plus courants (K, C, y compris KC, et Pd) :

1. Pd jaune, orange ou rouge :
  - a. K jaune vif à rouge : acides barbatolique, thamnolique, salazinique, stictique, norstictique, atranorine, ...
  - b. K- ou brunâtre : acides protocétrarique, fumarprotocétrarique, ...
2. Pd-, K-
  - a. C rose à rouge : acides lécanorique, olivétorique, gyrophorique, ...
  - b. C vert : acide didymique, strepsiline (dérivés du dibenzofurane), ...
  - c. C- mais KC rose ou rouge : acides physodique,  $\alpha$  collatolique, lobarique, ...

## B. MICROCRISTALLISATIONS.

Une méthode originale, connue depuis sous le nom de « méthode d'ASAHIINA », fut mise au point par ce lichénologue japonais pour procéder à la microextraction des substances lichéniques et à leur caractérisation par voie de microcristallisation dans des milieux appropriés. Cette technique permet de n'utiliser que quelques petits fragments de thalle, extraits par exemple par l'acétone ou le benzène, sur une lame porte-objet (ou de préférence dans une microburette). Le résidu obtenu après évaporation du solvant est soumis à divers essais : il est dissous à chaud, entre lame et lamelle, dans divers milieux ; par refroidissement, apparaissent des formes microcristallines caractéristiques (voir fig. 25). On utilise dans ce procédé une demi-douzaine de milieux de cristallisation différents, adaptés aux diverses substances recherchées. Parfois, on peut obtenir des cristaux particulièrement spectaculaires par simple adjonction d'un réactif au résidu étudié ; c'est ainsi que les acides salazinique et norstictique donnent en présence de KOH des bottes d'aiguilles rouges particulièrement typiques. Cette technique rapide de caractérisation des substances lichéniques a été largement utilisée depuis son invention, notamment par P. DUVIGNEAUD, A. W. EVANS, H. KROG, etc...

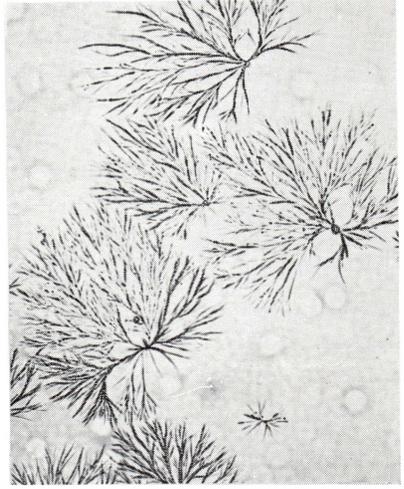
## C. CHROMATOGRAPHIE.

La chromatographie de partage sur papier fut appliquée pour la première fois en lichénologie en 1952 et 1953, par deux chercheurs travaillant indépendamment, WACHMEISTER en Scandinavie et MITSUNO au Japon ; elle fut rapidement reprise, en particulier par M. HALE et par W. et C. F. CULBERSON aux États-Unis ainsi que par D. HESS en Allemagne ; en Belgique, elle s'est développée à Liège depuis 1959 sous l'impulsion de J. RAMAUT. La caractérisation des substances se fait par la mesure de leur Rf et surtout par divers procédés de révélation ; ceux-ci font appel à l'examen du chromatogramme aux U.V. et à l'utilisation d'une série de réactions tinctoriales, avec une gamme de réactifs assez analogue à celle utilisée pour les « réactions thallines » ou les « microcristallisations ».

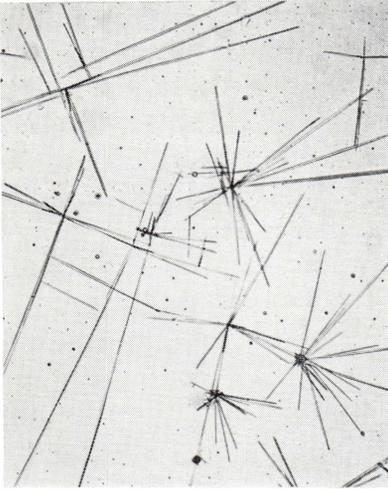
Plus récemment, en 1963, la chromatographie sur couches minces fut utilisée avec un plein succès, presque simultanément par O. BACHMANN et par J. RAMAUT. Cette technique offre des avantages considérables sur la chromatographie de partage sur papier : précisions d'identifications (notamment pour des mélanges de depsidones du  $\beta$  orcinol difficilement séparables sur papier), séparations plus fines et gain de temps appréciable.



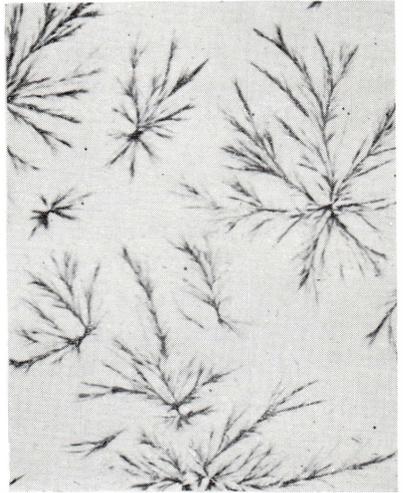
1



2



3



4

FIG. 25. — Microcristallisations caractéristiques de quelques « substances lichéniques » :  
1. acide physodique recristallisé dans GAW ; 2. acide physodique dans GE ; 3. acide divaricatique dans GAW ; 4. acide évernique dans GE [GAW = glycérine-acide acétique 1.3 ; GE = glycérine-alcool-eau 1.1.1.]. Gr. : 120×.

## D. ÉTUDES CHIMIQUES.

Au début du vingtième siècle, l'étude macrochimique des substances lichéniques connut une vogue particulière auprès des chimistes de langue germanique. Bien que certains résultats datant de cette époque paraissent aujourd'hui suspects, par suite en général d'une certaine hétérogénéité taxonomique du matériel analysé, d'immenses progrès furent accomplis à ce moment dans la connaissance de la structure chimique de ces métabolites. A cette période, restent attachés les noms de HESSE, PFAU, E. et H. L. FISCHER et surtout celui de ZOPF, dont le traité des « Flechtenstoffe », publié en 1907, était un modèle pour l'époque.

Ces travaux, qui sont évidemment du ressort des chimistes et non des botanistes, ont été poursuivis jusqu'à l'heure d'aujourd'hui, avec l'arsenal des techniques modernes, telles que l'étude des spectres d'absorption. Il en résulte que la structure de la plupart des substances lichéniques est maintenant bien connue et que le nombre de métabolites de cette nature restant à découvrir est certainement restreint.

### Utilisation taxonomique des critères chimiques.

Dès le moment où elles furent introduites en systématique, au siècle dernier, les « réactions thallines » suscitèrent de la part des lichénologues deux types antagonistes de réactions : les uns admirent sans peine qu'une différence de réactions tinctoriales pouvait constituer un critère spécifique valable, tandis que d'autres, comme MÜLLER D'ARGOVIE, dénièrent toute signification taxonomique à un tel critère non associé à des caractères morphologiques distincts. Actuellement, alors que le bagage chimique des différents lichens est souvent bien connu, ces deux attitudes perdurent parmi les systématiciens, encore qu'on puisse aussi dégager une position plus nuancée à l'égard des critères chimiques.

#### A. UTILISATION DES CRITÈRES CHIMIQUES DANS LA CLASSIFICATION GÉNÉRALE.

Pourrait-on, en se basant sur le chimisme, établir une classification des lichens valable, proche de celle élaborée en utilisant l'ensemble des autres critères taxonomiques, d'ordre essentiellement morphologique ? La réponse à cette question est catégoriquement négative : il n'y a aucune relation constante entre le chimisme et les grandes unités taxonomiques. Beaucoup de substances se rencon-

trent dans des espèces sans aucune parenté phylogénique entre elles, par exemple :

- l'acide vulpinique existe chez l'Usneaceae *Letharia vulpina*, chez des Parmeliaceae telles que *Cetraria pinastri* et chez des Caliciaceae comme *Calicium chlorinum* ;
- l'acide gyrophorique se trouve chez des *Umbilicaria* et chez *Lassalia pustulata*, mais aussi dans des *Parmelia*, dans des *Ochrolechia* et même chez *Lobaria pulmonaria* var. *meridionalis* ;
- l'acide thamnolique se rencontre dans des représentants des genres les plus divers : *Thamnolia*, *Cladonia*, *Parmelia*, *Parmeliopsis*, *Pertusaria*, ... ;
- l'atranorine et l'acide usnique sont très largement répandus dans divers genres.

Sur certains points particuliers, le chimisme fournit cependant des renseignements utiles à prendre en considération dans l'établissement d'une phylogénie des lichens. C'est ainsi que les lichens gélatineux du type *Collema* sont toujours dépourvus de substances lichéniques, ce qui confirme le caractère peu intime, peu élaboré de la symbiose de leurs deux composants. La réunion en une même famille des lichens fruticuleux et foliacés de couleur jaune constituant la famille des Teloschistaceae au sens traditionnel et des espèces crustacées formant celle des Caloplacaceae est confirmée par la nature hydroxyanthraquinonique des pigments généralement responsables de leur coloration.

#### B. UTILISATION DES CRITÈRES CHIMIQUES AU NIVEAU DES GENRES ET DES GROUPES D'ESPÈCES.

Sur le plan de la délimitation des genres, d'intéressantes constatations peuvent être faites. C'est ainsi que la séparation des genres *Hypogymnia* et *Pseudevernia* par rapport au genre *Parmelia* trouve une excellente confirmation chimique du fait de la fréquence de l'acide physodique chez les *Hypogymnia*, de la présence de cette substance chez *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea* et de son absence chez les *Parmelia* ss. str.

Le caractère naturel de certaines divisions infragénériques est parfois corroboré par l'étude du chimisme. Dans certains cas d'ailleurs, la relation est évidente, pour la raison que le critère utilisé au départ par les systématiciens repose en fait sur la présence d'une substance naturellement colorée : c'est ainsi que les représentants

de la section *Cocciferae* du genre *Cladonia*, à apothécies et pycnides rouges, possèdent tous dans celles-ci de l'acide rhodocladonique.

Dans d'autres cas, le chimisme confirme des affinités mises en évidence sur la base des critères morphologiques ou il suggère des relations, que viennent parfois appuyer de fines études taxonomiques. DAHL a établi par exemple un tableau de toutes les espèces du genre *Cladonia* étudiées au point de vue de leur bagage chimique, en les classant selon les normes de la systématique classique ; les relations entre le chimisme et les sections et sous-sections, sans être absolues, sont pourtant profondes. Cet auteur a montré aussi une certaine hétérogénéité du genre *Cetraria*, dont une partie des représentants (*Platysma* auct.) possède des affinités profondes avec les *Parmelia* du sous-genre *Amphigymnia*, et l'autre partie avec la section *Melanoparmelia* et le genre *Cornicularia*, de la famille des Usneaceae.

### C. UTILISATION DES CRITÈRES CHIMIQUES AU PLAN SPÉCIFIQUE ET INFRASPÉCIFIQUE.

C'est évidemment à ces niveaux que le critère chimique peut être le plus directement utile au systématicien, mais c'est pourtant là que son emploi est le plus délicat et qu'il donne lieu à des controverses. Plusieurs cas peuvent être envisagés :

1. Deux espèces d'un même groupe, distinguables sur base morphologique (et éventuellement phytogéographique ou écologique) ont de plus un chimisme différent, qui peut se traduire par des réactions thallines distinctes. Dans ce cas, le chimisme est un adjuvant intéressant pour la taxonomie, un critère supplémentaire, particulièrement utile pour la détermination d'un échantillon ou pour la constitution de clefs analytiques.

2. Deux taxons voisins ont un chimisme identique mais sont morphologiquement distincts : le cas est fréquent et c'est au systématicien qu'il appartient de décider si les caractères permettant la séparation de ces deux lichens impliquent un rang spécifique ou infraspécifique. Il est évident qu'une similitude de chimisme peut, à l'intérieur de certaines limites, confirmer la parenté de deux espèces ; c'est le cas par exemple de *Parmelia saxatilis* et de *P. sulcata*, espèces voisines mais toujours parfaitement distinctes, qui ont un contenu chimique identique (atranorine et acide salazinique) ; *Parmelia omphalodes*, également apparenté à ces deux espèces, montre quant à lui un chimisme proche mais non identique, puisqu'à côté de l'atranorine et de l'acide salazinique, il renferme de l'acide lobarique.

3. Deux échantillons indistinguables sur base morphologique (ou à caractères distinctifs plus ou moins incertains) possèdent un bagage chimique différent. Quelques exemples illustreront les divers cas possibles :

- a) La différence réside dans la présence ou l'absence d'une substance lichénique. Ainsi par exemple le bagage chimique de *Cladonia tenuis* et de *C. leucophaea* serait le suivant :

*C. tenuis* : acide fumarprotocétrarique + acide usnique

*C. leucophaea* : acide fumarprotocétrarique.

En fait, dans ce cas précis, des recherches récentes (RAMAUT, SCHUMACKER, LAMBINON et BAUDUIN, 1966) ont révélé que, par spectrophotométrie, l'acide usnique peut être décelé dans tous les échantillons étudiés et que la distinction chimique entre ces deux prétendues espèces est donc purement quantitative et non qualitative. Des cas analogues doivent être assez fréquents : citons seulement encore celui d'*Evernia prunastri*, où l'acide usnique n'est ordinairement pas décelable par chromatographie (RAMAUT, LAMBINON et TARGÉ, 1962), mais où néanmoins sa présence peut parfois être mise en évidence en utilisant des quantités importantes de matière (RAMAUT, 1965).

- b) La différence consiste dans le remplacement d'une substance par une autre de structure chimique plus ou moins voisine. Exemple :

*Parmelia subrudecta* (= *P. borrieri* auct.) : atranorine + acide lécanorique

*P. borrieri* (= *P. pseudoborrieri*) : atranorine + acide gyrophorique.

Les acides lécanorique et gyrophorique sont l'un et l'autre des depsides dérivés de l'orcinol ; leur molécule présente une structure chimique proche : la seule différence est le fait que dans le premier elle est constituée de 2 noyaux benzéniques et dans le second de 3 de ces noyaux.

- c) La différence réside dans le remplacement d'une substance par deux autres ou par une autre de structure chimique nettement distincte. Exemple :

*Thamnolia vermicularis* : acide thamnolique (depside du  $\beta$  orcinol)

*T. subuliformis* (= *T. subvermicularis*) : acide squamatique + acide baeomycétique (autres depsides du  $\beta$  orcinol).

Ce cas n'est pas toujours aussi clairement différent du premier qu'il ne paraît à première vue. C'est ainsi que selon LAMB (1951), il convient de distinguer chez *Stereocaulon tomentosum* les deux « races » suivantes :

Chemical strain I (typical strain) : atranorine + acide stictique (depsidone du  $\beta$  orcinol)

Chemical strain II (Sasakii strain) : atranorine + acide lobarique (depsidone de l'orcinol).

Or, en 1962, RAMAUT a montré la présence simultanée des acides stictique et lobarique dans certains échantillons de *S. tomentosum* : on peut donc se demander s'il y a réellement trois races chimiques distinctes chez cette espèce, ou bien si les deux substances précitées s'y trouvent dans des proportions variables, telles que, dans certains cas, l'une d'elles n'est plus mise en évidence par les techniques habituelles.

Le problème de la valeur systématique des taxons différenciés exclusivement par leur chimisme est encore controversé à l'heure actuelle. Certains, à la suite de ZOPF d'abord, d'ASAHINA ensuite, considèrent qu'une différence de contenu chimique, reflet d'un métabolisme différent, est toujours un critère spécifique. D'autres, peu nombreux il est vrai, laissent totalement de côté les caractères chimiques. Enfin, un troisième groupe professe une opinion à notre avis plus nuancée : il s'agit de lichénologues tels que MAGNUSSON ou surtout I. M. LAMB, qui estiment que des lichens morphologiquement identiques mais possédant un bagage chimique différent doivent constituer des « chemical strains » subordonnés à une même espèce. Il est cependant préférable d'adopter pour ces cas la nomenclature latine et habituellement le rang variétal ; on peut d'ailleurs préciser encore la nature particulière du critère invoqué, en utilisant le terme de « chemovar » proposé par TETENYI en 1958.

Il n'est pas inutile de rappeler que la reconnaissance de races chimiques au sein des espèces est loin d'être une particularité propre aux lichens : les systématiciens défenseurs de l'« espèce chimique » en lichénologie semblent l'avoir trop souvent perdu de vue ! La littérature est aujourd'hui abondante sur le sujet du chimisme des plantes vasculaires et de telles races sont aussi connues chez les champignons ; un exemple classique est celui de l'ergot de seigle, *Claviceps purpurea*, dont les sclérotés ont un contenu en alcaloïdes qui permet de les répartir en plusieurs lignées distinctes, à répartition géographique déterminée.

Chez les lichens, le problème du chimisme est plus complexe encore que chez les autres végétaux, du fait de la dualité fondamentale de constitution de ces organismes. Sachant que le responsable principal de la biosynthèse des substances lichéniques est le mycobionte, il faut évidemment souligner la fréquence des mutations biochimiques chez les mycètes, telle qu'elle apparaît dans les cultures *in vitro*. Il n'est pas exclu pour autant que le phycobionte ne puisse avoir quelque influence sur l'orientation de ces synthèses, de par la nature exacte des matériaux qu'il fournit au champignon comme point de départ de celles-ci.

Les races chimiques qui constituent une espèce présentent fréquemment une répartition géographique plus ou moins distincte. Nous avons cité ci-dessus le cas de *Claviceps purpurea* ; des exemples analogues peuvent être trouvés chez les lichens ; nous en retiendrons deux :

— *Pseudevernia furfuracea* (HALE, 1959) contient toujours de l'atranorine, accompagnée soit d'acide olivétorique (C rose), soit d'acide physodique (C-) (\*). Les deux races cohabitent souvent en Europe, mais leur abondance proportionnelle varie suivant les régions. La race à acide olivétorique trouve son maximum de fréquence dans les Iles Britanniques et la proportion de spécimens relevant de ce « strain » décroît assez régulièrement, dans l'ouest du continent, du nord vers le sud (la race à acide physodique étant la seule connue en Afrique du Nord) ; dans les pays slaves et dans le bassin méditerranéen oriental, la race à acide physodique est largement dominante, tandis que dans les Alpes la fréquence de celle à acide olivétorique se révèle beaucoup plus élevée que dans les régions périphériques. En fait, le problème se complique encore par la découverte récente (C. F. CULBERSON, 1965) en Navarre d'individus renfermant les deux acides.

— *Parmelia cetrarioides* (W. L. CULBERSON, 1958) contient toujours, lui aussi, de l'atranorine, associée à l'acide olivétorique, ou à l'acide perlatolique, ou encore aux acides  $\alpha$  collatolique et alectoronique ; la race à acide olivétorique correspond à environ 60 % des échantillons américains et à 16 % des européens ; celle à acide perlatolique est représentée par 7 % des récoltes américaines, contre 84 % des européennes ; enfin, la race à acides  $\alpha$  collatolique et alectoronique

(\*) Une troisième « race », uniquement américaine, à acide lécanorique, doit, en raison de différences morphologiques associées aux particularités chimiques, être considérée comme espèce autonome.

représente 33 % des plantes américaines et est inconnue en Europe. Certaines différences morphologiques méconnues entre ces trois taxons (pseudocyphelles, pycnides) conduiraient peut-être cependant à les considérer comme des espèces autonomes (cf. notamment SHIBATA, 1965).

## SYSTÉMATIQUE DES LICHENS

### Concepts taxonomiques généraux.

Le groupe des lichens comprend environ 18 000 espèces, réparties en quelque 400 genres. Le « Catalogus Lichenum Universalis » de ZAHLBRUCKNER (1922-1940) énumère 17 364 espèces, sans compter de nombreuses variétés et autres taxons infraspécifiques.

La nature double de ces organismes rend les bases mêmes de leur classification difficiles à définir. Malgré l'existence d'associations imparfaites, facultatives ou temporaires entre mycètes et algues, un lichen est dans l'immense majorité des cas un organisme réellement nouveau, fruit d'une symbiose créatrice. Aussi le groupement des lichens en un embranchement particulier, peut-il se justifier par toutes les particularités de la morphologie, de la biologie, de la biochimie et de l'écologie de ces végétaux.

Pour dégager la philosophie générale de la question et en faire le point actuel, il est utile de retracer d'abord, dans ses grandes lignes, l'histoire des conceptions systématiques en cette matière.

Trois doctrines sont en présence vers la fin du siècle dernier :

- celle d'ACHARIUS (1814, ...), qui considère les apothécies comme critère de premier ordre ; cette théorie fut développée par WAINIO (1890), qui, après la découverte de SCHWENDENER, montra la parenté des Ascolichens avec les Ascomycètes non lichénisés et basa sa classification sur le mycobionte ;
- celle de Th. FRIES (1871), qui accorde une importance primordiale aux gonidies ;
- celle de KÖRBER (1855) et de NYLANDER (1858), qui tiennent compte en premier lieu de l'anatomie et de la morphologie du thalle.

A la fin du XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle, HUE (1892) et HARMAND (1905) utilisent des systèmes directement inspirés de celui de NYLANDER ; en raison de leur simplicité et de leur utilité pratique, ils connurent un succès certain. Le premier critère pris en considéra-

tion par ces auteurs est la nature gélatineuse ou non du thalle, qui leur permet d'établir les coupures de premier ordre : « Collémacées » ( et « Ephébacées » pour HUE), à thalle gélatineux, « Lichénacées », à thalle non gélatineux. Les principes de la classification de HUE et de HARMAND se révèlent cependant très arbitraires : ils rapprochent des groupes n'ayant aucune affinité directe, tandis qu'ils écartent profondément les uns des autres des genres manifestement très proches, ne différant guère que par la morphologie de leur thalle. C'est pourquoi divers auteurs, tels que REINKE (1896), ZAHLBRUCKNER (1907-1940) et RÄSÄNEN (1943), reprirent les lignes maîtresses de la classification de WAINIO et établirent bientôt un système cohérent, encore que non exempt de critiques de détails.

Une tendance moderne, qui s'est déjà manifestée avec FINK (1913) ainsi que CLEMENTS et SHAER (1931), est d'intégrer les lichens dans la classification générale des champignons. Cela ne va pas sans certaines difficultés pratiques, mais il est néanmoins incontestable que ces végétaux ne constituent pas un embranchement « comme les autres » : il importe pour le moins de mettre strictement en parallèle leur structuration taxonomique avec celle des champignons. D'un point de vue nomenclatural d'ailleurs, le « Code international de la Nomenclature botanique » stipule que le nom d'un lichen est attaché à son mycobionte ; ce principe a cependant été critiqué assez justement par CULBERSON (1961) et les recherches de TOMASELLI (1957), qui affirme que des lichens aussi distincts par leur thalle que des *Xanthoria* et des *Caloplaca* du sous-genre *Gasparrinia* posséderaient le même mycobionte, appuieraient le point de vue de CULBERSON.

La taxonomie moderne, tant des Ascomycètes libres que des Ascolichens, accorde — nous l'avons dit précédemment — une grande importance à certains critères d'étude difficile, comme l'ontogénèse de l'ascarpe (y compris la nature précise des filaments interascaux) et la structure de l'appareil apical des asques. Ces critères, surtout le premier, sont souvent considérés, à l'heure actuelle, comme fondamentaux pour l'établissement des coupures systématiques de premier ordre. Néanmoins, les résultats fournis par ces voies de recherches ne sont pas encore suffisamment complets pour qu'un système entièrement définitif puisse être élaboré. On a vu notamment, à propos de l'ontogénèse des apothécies hystériformes, que la prétendue hétérogénéité fondamentale des lichens possédant cette caractéristique a été fortement atténuée par les dernières recherches de M<sup>me</sup> LETROUT-GALINOU : *Graphis*, *Opegrapha* et *Arthonia* sont en effet tenus, par cet auteur, comme ascohyméniaux.

Quoiqu'il en soit, la taxonomie des lichens s'oriente aujourd'hui vers un système naturel et des essais de classification moderne, extrêmement valables, ont été tentés récemment, notamment par HALE (1961, 1967) et par DES ABBAYES (1963).

### Systèmes de classification.

La classification de ZAHLBRUCKNER étant suivie dans la majorité des travaux systématiques de lichénologie, il est indispensable d'en rappeler les grandes lignes. Plus précisément, nous reproduirons le système de F. MATTICK (in A. ENGLER's Syllabus der Pflanzenfamilien, Zwölfte Aufl., I. Band, 1954), qui n'est qu'une adaptation plus moderne de celui de ZAHLBRUCKNER.

A. CLASSE DES PHYCOLICHENES [groupe très douteux : cas de lichénisation imparfaite fortuite?].

B. CLASSE DES ASCOLICHENES : Ascomycètes en symbiose.

1. Sous-classe *Pyrenocarpeae* : Ascocarpe représenté par un périthèce.

a. Périthèce s'ouvrant par un pore arrondi :

— Verrucariales : gonidies chlorophycées sphériques (5 familles).

— Pyrenulales : gonidies chlorophycées filamenteuses (5 familles).

— Pyrenidiales : gonidies différentes, chlorophycées ou cyanophycées (5 familles).

b. Périthèce s'ouvrant par une déchirure linéaire :

— Dermatinales (1 famille).

2. Sous-classe *Gymnocarpeae* : Ascocarpe représenté par une apothécie discoïde ou une lirelle.

a. Groupe des Coniocarpiidae : Asques et paraphyses se détruisant de bonne heure, formant avec les spores, généralement sombres, un mazaedium.

— Caliciales (3 familles).

b. Groupe des Graphidiidae : Asques persistantes ; apothécies généralement hystériformes, rarement arrondies.

— Graphidales : thalle crustacé, apothécies adnées ou sessiles (6 familles).

— Roccellales : thalle fruticuleux, apothécies sessiles ou courtement pédicellées (2 familles).

- c. Groupe des Cyclocarpiidae : Asques persistantes ; apothécies discoïdes.
  - Thelotrematales : gonidies chlorophycées généralement filamenteuses, parfois sphériques (8 familles).
  - Cyanophilales : gonidies généralement cyanophycées (9 familles).
  - Lecideales : gonidies chlorophycées sphériques ; apothécie lécidéine ; spores simples ou cloisonnées (3 familles).
  - Lecanorales : gonidies et spores comme dans l'ordre précédent ; apothécie lécanorine (7 familles).
  - Caloplacales : gonidies comme dans les deux ordres précédents ; apothécie lécidéine ou lécanorine ; spores polariloculaires à bicellulaires (4 familles).

C. CLASSE DES BASIDIOLICHENES : Basidiomycètes, plus précisément Hyménomycètes, en symbiose.

— Corales.

#### D. LICHENES IMPERFECTI OU DEUTEROLICHENES.

Inspiré directement de ceux de HALE et de DES ABBAYES, voici par ailleurs un système taxonomique plus moderne, qui ne se prétend pas absolument complet mais qui intègre autant que possible les lichens à la classification des champignons telle qu'elle résulte des études morphologiques et ontogéniques modernes. On trouvera par ailleurs dans la seconde partie du présent travail une analyse de la plupart des familles représentées en Belgique (avec conspectus des principaux genres), établie selon le canevas ci-dessous.

#### A. ASCOLICHENES (classe Ascomycetes, en symbiose).

1. Sous-classe Loculoascomyetidae : Ascocarpe ascoloculaire, de type périthèce, généralement pourvu de pseudo-paraphyses ; asques bituniquées.
  - a. Dermatinales (Myriangiales en symbiose) : Thalle crustacé ; ascocarpes groupés, s'ouvrant par une déchirure importante ; pas d'hyménium bien délimité ; petit groupe, principalement tropical. Une famille : Mycoporaceae.
  - b. Arthopyreniales (Pleosporales en symbiose) : Thalle crustacé, souvent réduit ; ascocarpes solitaires ou groupés, s'ouvrant par un pore ; hyménium plus ou moins

régulier ; largement distribué, certaines espèces marines. Une famille : Arthopyreniaceae.

2. Sous-classe *Ascomycetida* e : Ascocarpe ascohyménial, de type périthèce, lirelle ou discoïde, pourvu de paraphyses vraies ou de paraphysodes ou des deux ; asques uni- ou bituniquées.
  - a. Verrucariales (*Sphaeriales* en symbiose) (\*) : Ascocarpe représenté par un périthèce. Thalle crustacé, squamuleux ou parfois ombiliqué ; gonidies généralement chlorophycées ; largement distribué. Diverses familles : *Pyrenulaceae* (emend. SANTESSON), *Strigulaceae* (= *Porinaceae*), *Verrucariaceae* (incl. *Dermatocarpaceae* et *Staurothelaceae*), ...
  - b. Caliciales (*Ascomycètes* de même nom en symbiose) : Ascocarpe formant un mazaedium. Trois familles bien délimitées :
    - *Caliciaceae* : thalle crustacé ; mazaedium stipité ; régions tempérées.
    - *Cypheliaceae* : thalle crustacé ; mazaedium adné ; régions tempérées.
    - *Sphaerophoraceae* : thalle fruticuleux ; mazaedium terminal, souvent partiellement entouré d'un amphithécium ; arctique, tempéré et tropical-montagnard.
  - c. *Graphidales* (*Hysteriales* en symbiose) : Ascocarpe hystérisforme ou parfois presque discoïde.
    - Familles largement distribuées, à thalle crustacé : *Graphidaceae* (à paraphyses vraies et parathécium), *Opegraphaceae* (à paraphysoides et parathécium), *Arthoniaceae* (à paraphysoides, sans parathécium ; ascocarpes souvent étoilés, parfois subdiscoïdes), etc...
    - Famille à thalle fruticuleux, à ascocarpes souvent peu allongés, peut-être à paraphyses vraies : *Roccellaceae* (en Europe, régions méditerranéenne et atlantique méridionale). Peut-être faut-il rapprocher de cette famille certains types crustacés (*Dիրina*, ...).

(\*) Peut-être faut-il, à côté des *Verrucariales*, distinguer un autre ordre à périthèces, les *Trypetheliales*, dont le mycobionte serait à rapprocher des *Sordariales* (?).

- d. Thelotrematales : Petit groupe isolé provisoirement au rang d'ordre, rapproché anciennement des Lecanorales s.l. ou des Graphidales, mais dont le mycobionte serait intermédiaire entre les Discomycètes et les Pyrénomycètes ascohyméniaux. Délimitation mal établie, certainement beaucoup plus étroite que dans le système de ZAHLBRUCKNER-MATTICK. Comprend notamment les Lecanactidaceae, affines des Graphidales, et les Thelotremataceae, à thalle également crustacé et apothécies discoïdes incluses dans des verrues thalines.
- e. Lecanorales (Ascomycètes de même nom, ss. lato, en symbiose) : Ascocarpe discoïde. Ordre de loin le plus important, correspondant aux quatre derniers ordres des Cyclocarpiidae du système de ZALBRUCKNER-MATTICK, renfermant de nombreuses familles, dont la délimitation n'est pas toujours aisée. Voici les principales :
- α. Lecanorales à gonidies cyanophycées, à thalle gélatineux (homomère).
- Lichinaceae (incl. Epehaceae et Pyrenopsidaceae) : thalle granuleux, foliacé, laineux ou courtement fruticuleux ; gonidies non du type *Nostoc* (*Gloeocapsa*, *Stigonema*, ...); groupe sans doute à démembrer, de position taxonomique discutée, à distribution surtout tempérée.
  - Collemataceae : thalle granuleux, fruticuleux ou le plus souvent foliacé ; gonidies du type *Nostoc* ; tempéré et tropical-montagnard.
- β. Lecanorales à gonidies ordinairement cyanophycées (ou à céphalodies), à thalle non gélatineux (hétéromère).
- Pannariaceae : thalle crustacé à foliacé (ou même fruticuleux), à hypothalle généralement bien développé ; apothécies marginées ; tempéré et tropical-montagnard.
  - Peltigeraceae : thalle foliacé, généralement pourvu de rhizines ; apothécies adnées ; tempéré et tropical-montagnard.
  - Nephromataceae : diffère principalement du précédent par les apothécies formées à la face

inférieure des lobes thallins marginaux ; tempéré.

— Stictaceae : thalle foliacé, souvent de grande taille ; face inférieure souvent tomenteuse, à rhizines non ou peu individualisées ; cyphelles et pseudocyphelles fréquentes ; apothécies ordinairement pédicellées ; surtout tropical (optimum dans l'hémisphère sud).

γ. Lecanorales à gonidies généralement du type *Trentepohlia*.

— Gyalectaceae : thalle crustacé ou filamenteux ; apothécies lécidéines ; tempéré et tropical.

δ. Lecanorales à gonidies chlorophycées vertes (*Trebouxia*, ...).

— Lecideaceae : thalle crustacé ou parfois squamuleux ; apothécies lécidéines ; spores simples ou cloisonnées ; la plus vaste de toutes les familles de lichens, arctique, tempérée et tropicalemontagnarde.

— Stereocaulaceae : thalle fruticuleux ; céphalodies fréquentes ; apothécies lécidéines ; même distribution que le précédent.

— Cladoniaceae : thalle stratifié-radié ; apothécies lécidéines ; même distribution que les deux précédents.

— Umbilicariaceae : thalle ombiliqué ; apothécies lécidéines, présentant généralement un disque irrégulier, muni de lignes sinueuses stériles ; surtout arctique et montagnard.

— Diploschistaceae : thalle crustacé ; apothécies lécanorines (probablement « pseudo-lécanorines », à « fausse marge thalline » constituée par un bourrelet du thalle), adnées ou enfoncées dans le thalle ; surtout tempéré.

— Pertusariaceae : thalle crustacé ; apothécies isolées ou groupées, incluses dans des verrues thallines ; spores de grande taille, à paroi épaisse, par 8 ou moins dans chaque asque ; arctique, tempéré et subtropical.

— Acarosporaceae : thalle crustacé ou squamuleux ; apothécies lécanorines, adnées ou enfon-

- cées dans le thalle ; spores petites, très nombreuses dans chaque asque ; surtout arctique et tempéré.
- Lecanoraceae : thalle crustacé, squamuleux ou rarement foliacé (alors de petite taille) ; apothécies lécanorines ; spores simples ou cloisonnées ; fulcres exobasidiés ; famille la plus vaste après celle des Lecideaceae, à distribution analogue à cette dernière.
  - Candelariaceae : thalle crustacé, squamuleux ou foliacé (alors de petite taille), de couleur ordinairement jaune vif ; apothécies lécanorines ; spores simples ou bicellulaires, souvent par plus de 8 dans chaque asque ; fulcres exobasidiés ; surtout arctique et tempéré. Famille assez récemment détachée des Lecanoraceae et des Parmeliaceae ; d'autres démembrements sont d'ailleurs peut-être à réaliser dans la première de celles-ci.
  - Parmeliaceae : thalle foliacé ou fruticuleux-aplati, souvent de grande taille ; apothécies lécanorines ; spores généralement simples ; fulcres endobasidiés ; subcosmopolite.
  - Usneaceae : thalle fruticuleux, ordinairement très ramifié, fréquemment pendant, typiquement de grande taille ; apothécies lécanorines, souvent grandes ; spores simples ou parfois bicellulaires ; fulcres exo- ou endobasidiés ; arctique, tempéré, subtropical et tropical-montagnard. Famille peut-être hétérogène, à démembrer dans l'avenir.
  - Physciaceae (incl. Buelliaceae) : thalle crustacé, squamuleux, foliacé ou presque fruticuleux ; apothécies lécidéines ou lécanorines ; spores brunes, à parois épaisses, polariloculaires à bicellulaires ; tempéré à tropical.
  - Teloschistaceae (incl. Caloplacaceae) : thalle crustacé, squamuleux, foliacé ou fruticuleux ; apothécies lécidéines ou lécanorines ; spores hyalines, ordinairement polariloculaires ; pigments anthraquinoniques jaunes très répandus ; surtout arctique et tempéré. On distingue traditionnellement les Caloplacaceae, à thalle

crustacé ou squamuleux, et les Teloschistaceae, foliacées ou fruticuleuses, mais le passage d'un type à l'autre (notamment des *Caloplaca* subg. *Gasparrinia* aux *Xanthoria*) se fait trop progressivement pour pouvoir établir une coupure de quelque valeur.

B. BASIDIOLICHENES (classe Basidiomycetes en symbiose).

Group e unique : H y m e n o l i c h e n e s (Hymenomycetes en symbiose).

- a. Corales (Aphylophorales en symbiose) : Coraceae et Dictyonemataceae (Telephoraceae en symbiose, uniquement tropicales), Clavariaceae (champignons de cette famille plus ou moins lichénisés ; connu jusqu'à présent uniquement d'Europe centrale).
- b. Agaricales : représenté uniquement par des Tricholomataceae du genre *Omphalina* en symbiose ; arctique et boréo-montagnard (\*).

C. DEUTEROLICHENES (Fungi Imperfecti en symbiose).

Groupe une série de genres inconnus à l'état fertile et qu'il n'est pas possible, par analogie morphologique, de rapporter à une des familles précitées. Thalle généralement peu structuré, filamenteux (*Cystocoleus*, *Racodium*) ou pulvérulent (*Lepraria*, ...) ; il est peut-être sage d'y classer aussi les genres *Lepraulon* et *Thamnia*, à thalle fruticuleux mais dont les fructifications sont inconnues.

## RÉPARTITION GEOGRAPHIQUE ET ÉCOLOGIE DES LICHENS

La réussite de la symbiose algo-fongique se révèle peut-être de la manière la plus évidente par l'extension des lichens sur toute la surface de la terre, par la diversité étonnante des biotopes colonisés

(\*) Le cas des *Omphalina* en symbiose est quelque peu différent de celui des autres Hyménolichens : le champignon produit seul des carpophores dépourvus d'algues, tandis qu'il forme, en général au même endroit, des thalles squamuleux, constituant notamment le « genre » *Coriscium* ; cette dualité pose évidemment des problèmes nomenclaturaux, qui ne vont pas sans rappeler ceux des champignons à cycle pleiomorphe.

et par l'important rôle pionnier de ces organismes sur les substrats rocheux et les écorces, voire dans certaines formations terricoles.

### **Répartition géographique.**

Les lichens sont distribués sur toute la surface du globe ; ils sont les organismes terrestres qui s'étendent le plus loin vers les pôles et qui atteignent les altitudes les plus considérables. Leur rôle physiologique est particulièrement accusé dans les végétations des toundras, des hautes montagnes ou de milieux inhospitaliers, comme de récentes coulées volcaniques.

Beaucoup de familles et de genres sont subcosmopolites ; parmi les espèces, certaines ont une vaste distribution (subcosmopolite, pan-tropicale, holarctique, ...), d'autres une aire plus limitée. On ne trouve qu'assez rarement l'endémisme étroit fréquent chez les plantes vasculaires : c'est ainsi qu'on connaît sans doute un endémisme lichénique macaronésien mais celui-ci se limite à quelques taxons seulement ; quant à la spectaculaire différenciation de la flore vasculaire des îles méditerranéennes ou encore la spécialisation des éléments alpin, pyrénéen, carpatique, ..., elles ne trouvent guère leur correspondant en ce qui concerne les lichens.

Cependant, dans nos régions tempérées, la flore lichénique peut se répartir en une série d'éléments floristiques, dont beaucoup accusent des tendances phytogéographiques locales intéressantes et bien marquées. Si l'on se souvient que bon nombre de lichens, telles les diverses espèces des arbres isolés, colonisent un type de biotope très largement répandu et à peu près indépendant de la nature géologique des diverses régions, on voit quel réactif sensible constituent ces organismes vis-à-vis des caractéristiques de l'atmosphère ; nul autre végétal ne fournit une réponse aussi fidèle aux particularités macro- et microclimatiques, ainsi qu'à l'influence humaine directe et indirecte sur ces facteurs écologiques.

Neuf types d'éléments (dont la plupart peuvent encore être subdivisés ou nuancés) sont représentés dans la flore lichénique de nos régions. Nous ne pouvons en donner ici qu'un aperçu succinct.

#### **1. ÉLÉMENT SUBCOSMOPOLITE.**

Le cosmopolitisme réel n'existe pas : toutes les espèces sont limitées dans certaines régions par leurs exigences écologiques et on ne peut concevoir un lichen vivant à la fois dans les toundras arctiques, les déserts, les forêts tropicales, ... Les subcosmopolites sont donc des taxons à aire très étendue mais qui peuvent manquer complètement

ou être très rares dans certaines régions. Le nombre de lichens relevant de cette catégorie est, contrairement à ce que l'on imagine parfois, très limité. Exemples : *Peltigera polydactyla*, *P. canina* var. *canina*, *Parmelia caperata*, *Xanthoria elegans*, *X. parietina*, ...

## 2. ÉLÉMENT HOLARCTIQUE.

Groupe les espèces largement distribuées dans les régions tempérées et froides de l'hémisphère nord, présentes dans la région arctique-subarctique ; leur limite méridionale est quelque peu variable mais, en Europe, cet élément pénètre largement dans le bassin méditerranéen. Exemples : *Dermatocarpon miniatum*, *Sphaerophorus globosus*, *Baeomyces roseus*, *B. rufus*, *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *Cornicularia aculeata*, *Physcia caesia*, *Ph. dubia*, *Ph. orbicularis*, ...

## 3. ÉLÉMENT BORÉO-MÉRIDIONAL.

Élément assez proche du précédent, mais plus méridional, correspondant aux taxons dont l'aire est analogue à celle des forêts caducifoliées de l'hémisphère nord ; en Europe, cet élément s'étend principalement sur la région euro-sibérienne et il pénètre largement dans le bassin méditerranéen. On pourra y distinguer des variantes circumpolaire, euraméricaine et européenne. Cet élément est, numériquement, de loin le plus important de notre flore lichénique : plus de la moitié des espèces s'y rattachent. Exemples : *Peltigera horizontalis*, *Evernia prunastri*, *Ramalina farinacea*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *Usnea subfloridana*, *Physcia adscendens*, *Ph. aipolia*, *Ph. stellaris*, *Ph. pulverulenta*, ... ; à aire seulement européenne, ouest-asiatique et nord-africaine : *Pseudevernia furfuracea*, *Parmelia acetabulum*, *Anaptychia ciliaris*, ...

## 4. ÉLÉMENT BORÉAL.

Groupe les taxons qui trouvent leur optimum dans les territoires boréaux (c'est-à-dire en Europe le nord de la région euro-sibérienne), s'étendant plus ou moins loin vers le sud (éventuellement à la faveur de certaines montagnes, mais sans y trouver un second optimum), n'atteignant jamais en Europe la bordure méridionale de la région euro-sibérienne. Élément très rare dans notre dition. Exemple : *Parmelia incurva*, connu uniquement de Haute Ardenne.

## 5. ÉLÉMENT BORÉO-MONTAGNARD.

Correspond aux taxons qui montrent un double optimum, l'un dans les territoires boréaux (à subarctiques), l'autre dans les étages montagnard et subalpin des montagnes holarctiques. Ici également,

des variantes circumpolaire, euraméricaine et européenne peuvent être distinguées. Exemples : *Peltigera aphthosa* var. *variolosa*, *Umbilicaria deusta*, *U. polyphylla*, *Cetraria islandica*, *C. pinastri*, *C. sepincola*, *Stereocaulon nanodes*, *S. condensatum*, *S. dactylophyllum*, ...

#### 6. ÉLÉMENT SUBOCÉANIQUE.

Élément à aire de répartition mondiale généralement étendue (souvent optimum dans les zones tropicales, plus rarement dans les régions tempérées), possédant en Europe une aire relativement restreinte, de type subatlantique (fréquemment - méditerranéen ou -montagnard) (\*). Exemples : *Parmelia mougeotii*, *P. revoluta*, *P. perlata*, *Lobaria laetevirens*, *Sticta sylvatica*, *Sphaerophorus melanocarpus*, ...

#### 7. ÉLÉMENT (SUB-) MÉDIO-EUROPÉEN.

Élément assez peu homogène, trouvant son optimum dans la province médio-européenne, mais s'étendant souvent largement dans les provinces voisines. Exemples : *Parmelia laciniatula*, *P. pastillifera*, *Physcia dimidiata*.

#### 8. ÉLÉMENT SUBMÉDITERRANÉEN.

Groupe quelques taxons ayant leur optimum dans la région (oro-) méditerranéenne, qu'ils dépassent plus ou moins largement vers le nord, à l'exclusion des espèces à aire méditerranéo-subatlantique (rangées dans la 9<sup>e</sup> catégorie). Exemples : *Dermatocarpon monstrosum*, *Squamarina oleosa*, *Fulgensia fulgens*, ...

#### 9. ÉLÉMENTS SUBATLANTIQUES.

Ensemble d'éléments, importants au point de vue phytogéographique, qui trouvent leur optimum (au moins partiel) dans la province atlantique européenne, mais s'en écartant dans l'une ou l'autre partie de leur aire. On peut distinguer une série de cas plus ou moins bien tranchés :

- a. Élément euraméricain-amphi-sud-subatlantique. Exemples : *Usnea ceratina*, *Physcia elaeina*.
- b. Élément macaronésien - (sub)méditerranéen - subatlantique. Exemples : *Ramalina evernioides*, *Physcia tribacia*.

(\*) Un élément eu-océanique existe également dans la flore lichénique de l'ouest de l'Europe ; il s'agit d'espèces, souvent rares, dont l'aire européenne est étroitement limitée au domaine eu-atlantique. Des lichens eu-océaniques se rencontrent principalement au Portugal, dans le Massif armoricain, en Irlande méridionale et dans le sud-ouest de la Norvège.

- c. Élément macaronésien-subatlantique. Exemples : *Stereocaulon evolutum*, *Usnea articulata*.
- d. Élément européen-subatlantique. Exemple : *Umbilicaria grisea*.

### Habitats.

Les lichens colonisent les habitats les plus variés. La majorité des espèces se rencontrent sur les sols dénudés, les écorces ou les rochers, mais bien d'autres substrats sont possibles : os, verre, porcelaine, brique, cuir, carton, fer, etc... Quelques espèces sont halophiles et supportent l'immersion ou l'aspersion par l'eau salée ; sur les côtes rocheuses, une zonation lichénique caractéristique s'observe sur les falaises.

Dans les régions tropicales, des lichens croissent fréquemment sur les feuilles des essences sempervirentes ; des lichens obligatoirement épiphytes existent aussi en Europe méridionale, mais ils y sont rares ; c'est ainsi que *Strigula elegans*, connu de Haute-Savoie, et *S. nitidula*, des Basses-Pyrénées et du Massif armoricain, colonisent les feuilles du buis. Enfin, des lichens ont même été signalés sur des animaux vivants, en particulier sur la carapace des tortues géantes des îles Galapagos et sur des charançons des forêts moussues de Nouvelle-Guinée.

Dans nos régions, les formations lichéniques seront terricoles, humicoles, muscicoles, épiphytiques, lignicoles ou épilithiques. Quelques précisions sont sans doute utiles au sujet du sens exact de certains de ces termes.

#### — Épiphyte, corticole et lignicole.

On appelle épiphyte tout organisme vivant sur un hôte végétal, nommé phorophyte, ou en partie à l'intérieur de ses tissus extérieurs, mais sans tirer des tissus vivants de ce phorophyte ni eau, ni substances nutritives. Dans le cas des lichens des régions tempérées, le substrat colonisé est presque toujours l'écorce de troncs ou de branches d'arbres. Dans la pratique, le terme de corticole s'applique donc à la grande majorité de nos lichens épiphytiques ; on parlera aussi d'épiphytes muscicoles, lorsque le lichen ne repose pas directement sur l'écorce mais sur un tapis bryophytique lui-même corticole.

On qualifie par contre de lignicole (ou plus rarement : épixyle) un organisme croissant sur bois mort : troncs abattus, souches, piquets de clôtures, etc...

— Saxicole, rupicole et épilithique.

La nuance entre ces termes est subtile et les auteurs ne la respectent pas nécessairement. On peut proposer le concept suivant : qualifier de *saxicole* tout organisme croissant directement sur la roche, et de *rupicole* tout être vivant sur des rochers (ou biotope assimilé : vieux murs en matériaux naturels, ...) ; le premier vocable est donc plus restrictif que le second : en d'autres termes, une espèce rupicole peut être saxicole, muscicole, voire humicole. Enfin, le terme *épilithique* s'applique à un organisme croissant directement sur la roche ou sur tout matériau artificiel analogue (tuile, béton, asbesthe-ciment, ...).

### **Facteurs écologiques.**

#### **1. SUBSTRAT.**

Les caractères physiques et chimiques du substrat jouent un rôle déterminant vis-à-vis du peuplement lichénique et de l'abondance des espèces colonisatrices. On en considérera notamment la nature chimique (espèces calcicoles ou silicicoles), le pH (acidophiles, neutrophiles et basiphiles) et la nature physique (roches dures ou tendres, écorces lisses ou rugueuses, capacité variable de rétention en eau, ...).

#### **2. SELS MINÉRAUX.**

Un certain nombre de lichens sont *nitrophiles*, c'est-à-dire que leur développement est favorisé ou même conditionné par la présence de composés azotés en quantité plus ou moins importante (proximité des fermes, apport d'urine animale ou humaine, etc...). Une forme particulière de la nitrophilie est l'*ornithocoprophilie*, consistant en la colonisation élective de biotopes fréquentés par les oiseaux : pointements rocheux, branches de certains arbres, ... D'autres lichens, dits *nitrophobes*, sont par contre très peu résistants à un apport de substances azotées et leur thalle s'altère et se détruit rapidement lorsque cette circonstance se présente.

Une particularité écologique de certains biotopes est leur richesse en poussières : c'est le cas des bords des routes, surtout dans le bas des arbres, des toitures dans les villes, etc. Les lichens qui montrent une appétence particulière pour ces sites, ou du moins qui s'y développent bien, y trouvant une concurrence singulièrement restreinte, sont dits *coniophiles* (*κόμης* = poussière).

Enfin, dans la zonation lichénique caractéristique des rochers maritimes, le facteur salin joue assurément un rôle prédominant dans la répartition des espèces.

### 3. FACTEURS CLIMATIQUES ET MICROCLIMATIQUES.

Le climat a une grande importance en ce qui concerne la répartition des lichens et de leurs associations. Le facteur hydrique est souvent capital et ses modalités d'intervention multiples : influence des précipitations (quantité totale, répartition, ...), de la fréquence des brouillards et des rosées, de l'état hygrométrique habituel de l'air, etc. La température joue évidemment aussi un rôle dans la délimitation des aires des espèces. L'éclairement est généralement favorable, dans certaines limites au moins, à beaucoup de lichens, mais ce facteur est contrôlé par l'a é r o h y g r o p h i l i e de certains, qui ne peuvent parfois satisfaire cette exigence que dans des stations sylvatiques. Enfin, les vents agissent par leur pouvoir desséchant et par leur action mécanique ; certains lichens, dits a n é m o p h i l e s, trouvent un développement optimum sur certaines crêtes très éventées, en particulier dans les montagnes, où la violence des rafales amoindrit la concurrence de la végétation phanérogame, voire celle d'autres cryptogames.

### 4. FACTEURS ANTHROPIQUES.

L'homme contribue, en premier lieu, à l'extension des stations riches en substances azotées et favorise de ce fait le développement des espèces nitrophiles. Son action principale est évidemment surtout destructrice : défrichements, assèchement de marais et tourbières, ouverture de carrières, ... Ces actions ont entraîné depuis longtemps des modifications plus ou moins sensibles du microclimat et ont causé la disparition de certains lichens ou leur forte raréfaction depuis le siècle dernier.

Depuis quelques dizaines d'années, la pollution atmosphérique exerce une grande influence sur la végétation lichénique, surtout en ce qui concerne les épiphytes ; elle explique la disparition pratiquement complète de tout lichen dans certaines zones industrialisées. La sensibilité aux polluants est très variable d'une espèce à l'autre : alors que certaines sont fortement t o x i p h o b e s, d'autres montrent une t o x i t o l é r a n c e plus ou moins accentuée. Des notions voisines, couramment utilisées, sont celles de p o l é o p h o b i e et de p o l é o t o l é r a n c e, qui traduisent l'influence globale de l'atmosphère des villes (πόλις = ville) et des zones industrielles (pollutions, sécheresse de l'air, élévation de la température moyen-

ne, ...) sur les organismes étudiés. On a élaboré, pour divers épiphytes, une échelle chiffrée de poléophobie, avec des coefficients allant de 1 à 12, ce dernier chiffre indiquant une poléophobie maximale. Il faut noter que ces coefficients sont susceptibles de varier dans des proportions assez importantes, en fonction notamment du climat.

Voici, d'après BARKMAN (1958), la valeur de cet indice de poléophobie, valable pour les Pays-Bas, pour quelques lichens (et une algue) épiphytiques fréquents :

<i>Usnea florida</i>	12	<i>Hypogymnia physodes</i>	6
<i>Usnea ceratina</i>	11	<i>Xanthoria parietina</i>	6
<i>Usnea subfloridana</i>	10	<i>Candelariella vitellina</i>	5
<i>Cetraria glauca</i>	10	<i>Parmelia sulcata</i>	5
<i>Parmelia saxatilis</i>	10	<i>Physcia adscendens</i>	5
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	9	<i>Xanthoria candelaria</i>	5
<i>Aneptychia ciliaris</i>	9	<i>Physcia grisea</i>	4
<i>Ramalina fraxinea</i>	9	<i>Physcia tenella</i>	4
<i>Ramalina fastigiata</i>	8	<i>Lecanora chlorotera</i>	3
<i>Physcia aiopolia</i>	8	<i>Buellia punctata</i>	3
<i>Evernia prunastri</i>	8	<i>Lecanora expallens</i>	2
<i>Parmelia acetabulum</i>	7	<i>Lecanora conizaeoides</i>	2
<i>Ramalina farinacea</i>	7	[ <i>Protococcus viridis</i>	1]

*Lecanora conizaeoides* est, de loin, le lichen épiphytique le plus poléotolérant : il persiste sur les arbres des parcs de nos grandes villes, résiste aux pulvérisations répétées dans les vergers et ne lâche pied que devant des polluants industriels agressifs. Parmi les lichens épilithiques, on trouve encore fréquemment sur les toits ou sur divers autres matériaux dans les villes, de grandes rosettes de *Lecanora muralis*, ainsi que des individus modestes de *Lecanora dispersa*, *Candelariella aurella*, *Caloplaca citrina*, ...

L'analyse et la cartographie des épiphytes, tenant compte du nombre d'espèces, de leur fertilité éventuelle et de leur degré de poléophobie, fournit une expression biologique sensible et nuancée des pollutions atmosphériques ; celle-ci peut constituer une donnée importante dans les programmes modernes d'aménagement du territoire.

## RÉCOLTE ET CONSERVATION DES LICHENS

La récolte des lichens ne présente aucune difficulté particulière. Les espèces terricoles ou muscicoles, les lichens fruticuleux et certains foliacés seront aisément enlevés de leur substrat, éventuellement à l'aide d'un bon canif. Toutes les espèces crustacées et bon nombre

de foliacées adhèrent fortement à l'écorce ou à la pierre à laquelle elles sont fixées ; il convient alors de détacher des fragments du substrat avec un instrument adéquat (écorçoir ou fort couteau, marteau et burin). Lorsque le lichen forme une rosette qu'il n'est pas possible de recueillir en entier, il importe de prélever des fragments périphériques et centraux du thalle.

De solides enveloppes en papier assureront la conservation des échantillons jusqu'au moment de leur classement définitif. Par temps pluvieux, on peut conseiller l'emploi sur le terrain de petits sacs en matière plastique, mais il est alors très important d'en retirer les lichens dès la fin de la journée, afin de leur assurer une dessiccation convenable et rapide.

Chaque enveloppe portera un numéro, repris dans un carnet de récoltes, où seront consignés les renseignements habituels : commune, lieu-dit, habitat précis (comprenant par exemple la nature géologique de la roche ou l'identité du phorophyte, l'exposition et l'inclinaison du substrat, ...), date. Il ne faut jamais presser fortement les échantillons, comme on procède pour les plantes vasculaires. Cependant, pour de grands lichens fruticuleux ou foliacés (*Usnea*, *Cladonia*, *Peltigera*, ...), un aplatissement léger est souhaitable ; la récolte peut d'ailleurs dans ce cas être immédiatement glissée dans des chemises de papier contenues entre deux feuilles de carton, à la manière des plantes vasculaires.

La conservation définitive des spécimens, après leur détermination, peut se faire de plusieurs manières, en fonction notamment de l'importance de la collection. De simples enveloppes, portant les indications d'identification et de station, suffisent et se rangent dans des boîtes ou des tiroirs. Certains échantillons volumineux sont parfois conservés dans des boîtes de format adéquat. Les exsiccata peuvent aussi être introduits dans des sachets transparents (cellophane ou de préférence matière plastique, plus résistante avec le temps) et ceux-ci être éventuellement épinglés sur des feuilles d'herbier (un papier très fort est évidemment à recommander) ; dans le cas de nombreuses récoltes d'une même espèce, plusieurs sachets seront éventuellement fixés sur une même feuille, en utilisant par exemple un classement géographique. Il n'est pas inutile, pour éviter toute confusion, de noter sur chaque sachet le numéro de récolte. Des fragments assez volumineux (morceaux de roches par exemple) se classent ainsi en herbier sans grand inconvénient, à condition de ne pas serrer trop fortement les sangles des fardes utilisées ou de remplacer ces dernières par des boîtes à ouverture latérale.

Les lichens secs étant souvent fragiles, il importe de les manipuler avec quelques précautions. L'aplatissement de certaines touffes, sans prendre la précaution préalable de les réhumecter, les réduirait en menus morceaux. Les exsiccata de lichens sont peu attaqués par les insectes en collection ; la présence de quelques cristaux de paradichlorobenzène ou d'un peu de créosote dans les armoires ou les boîtes d'herbiers suffit à assurer leur protection efficace.

*[La deuxième partie (Introduction à l'étude des lichens de Belgique et des régions voisines), la bibliographie et la table des matières seront publiées dans un prochain fascicule].*

---

## Assemblée générale statutaire du 14 janvier 1968

La séance est ouverte à 20 h au Jardin Botanique national, à Bruxelles. Le procès-verbal de l'Assemblée générale de 1967 est approuvé.

Le Secrétaire donne lecture du rapport sur l'activité des Naturalistes Belges en 1967. Ce rapport est approuvé et le Président remercie le Secrétaire.

Le Trésorier présente les comptes de 1967 et le projet de budget pour 1968. Ils sont adoptés par l'assemblée et le Président remercie le Trésorier ainsi que M. Van Gansen.

### *Élections statutaires :*

Trois administrateurs sont sortants et rééligibles : MM. C. VANDEN BERGHEM, R. RASMONT et J. DUVIGNEAUD ; ils sont réélus par acclamations. Un quatrième mandat est à pourvoir par la démission de M. R. TOURNAY. M. G. MARLIER est nommé par acclamation administrateur. Comme M. C. VANDEN BERGHEM ne désire plus assumer les fonctions de Président, le Conseil d'Administration désigne à ce poste M. G. MARLIER ; M. VANDEN BERGHEM est confirmé dans ses fonctions de Rédacteur du Bulletin. Le poste de Trésorier, assumé auparavant par M. TOURNAY, démissionnaire, sera assumé par M<sup>lle</sup> VAN DEN BREEDE (déjà administrateur).

*Vérificateurs des comptes :* Sont désignés : M<sup>me</sup> BRUGE et M. ANDRIEN.

Suit une causerie de M. C. VANDEN BERGHEM consacrée à la végétation de l'Islande.

La séance est levée à 22 h.

\* \* \*

### RAPPORT SUR L'ACTIVITÉ DES NATURALISTES BELGES EN 1967

Nous pouvons pleinement confirmer cette année également les résultats favorables acquis les années précédentes. Quelques précisions les mettront en évidence :

**NOMBRE DE MEMBRES :** Grâce au dynamisme de deux de nos sections (dont il sera question plus loin), il s'est accru et atteint le nombre de 1034 dont 43 à l'étranger ; nombre auquel il faut ajouter 124 juniors et 112 abonnés (dont 86 écoles et bibliothèques belges). Il nous a paru intéressant d'examiner la répartition géographique de nos membres (adultes) : si 40 % habitent l'agglomération bruxelloise et 10 % le reste du Brabant, il y en a néanmoins 25 % en Wallonie, 20 % en Flandre et 5 % à l'étranger.

D'autre part, l'examen du fichier des membres montre leur fidélité à notre Société ; c'est ainsi que nous tenons à féliciter publiquement nos deux plus anciens membres : M<sup>me</sup> V<sup>ve</sup> FÉRON (membre depuis 1918) et M. VAN DOOREN (depuis 1916). En signe de reconnaissance, le Conseil a décidé de les nommer membres d'honneur.

**BULLETIN :** Le tome 48 totalise 588 pages (548 l'an passé) ; 26 auteurs ont prêté leurs concours gracieux et les 31 articles abondamment illustrés et de

haute teneur scientifique ont trait à des disciplines diverses : entomologie, zoologie générale, protistologie, conservation de la nature, botanique, malacologie, bryologie, biologie générale, bryologie etc. Il est agréable de constater que nous échangeons notre Bulletin avec 81 revues d'Histoire naturelle. Nous remercions bien vivement les auteurs des articles tout comme notre Président, M. VANDEN BERGHEN, pour l'absorbant et délicat travail de rédacteur qu'il assume.

Une publication spéciale est parue en 1967 : les Thécamébiens.

SECTIONS : La jeune section de malacologie, créée fin 1966, a manifesté en 1967 une activité remarquable et ses animateurs, M. et M<sup>me</sup> LUCAS, doivent en être vivement félicités. D'autre part, grâce à M. QUINTART, la section des jeunes vient de repartir d'une façon très prometteuse. Merci à M. QUINTART comme aux personnes qui le secondent.

CAUSERIES ET CONFÉRENCES : Tous nos remerciements vont à M<sup>lle</sup> ROOSE qui se dévoue pour grouper nos grandes conférences en des cycles de grand intérêt, faisant appel à des personnalités scientifiques très en vue. Ainsi au début de 1967, le cycle sur la protection et la conservation de la nature s'est achevé avec les exposés de MM. ARNHEM, HUET et LAMBINON.

Un nouveau cycle, se rapportant aux questions de l'évolution de la génétique a débuté fin 1967 et nous a déjà permis d'entendre MM. DUMON et DELCOUR. D'autre part, nos causeries se tiennent désormais dans une salle du Jardin Botanique mise aimablement à notre disposition par M. DEMARET ; nous le remercions bien vivement, tout comme les auteurs des conférences et causeries.

EXCURSIONS : En plus des excursions (une dizaine) d'un jour dans le pays et les régions limitrophes (remercions ici leurs guides), nous sommes allés cette année-ci, à Pâques, dix jours en Bretagne méridionale (en collaboration avec la Société Royale de Botanique de Belgique), sous la direction compétente de M. le Pr. GÉHU ; nous l'en remercions bien vivement. Enfin, le traditionnel séjour de Toussaint nous a permis de passer 5 jours sur la côte française, entre Dieppe et Le Touquet.

BIBLIOTHÈQUE : Merci à M<sup>lles</sup> DERIDDER et DE REU de veiller à sa bonne tenue et à son enrichissement progressif.

EXPOSITION MYCOLOGIQUE : Nous avons retrouvé cette année le chemin du Jardin Botanique et le public a montré sa satisfaction en venant en nombre presque double de l'an passé la visiter ; nos plus vifs remerciements aux dévoués responsables de la section de mycologie : M<sup>me</sup> GIRARD et M. HEINEMAN.

ADMINISTRATION : Que M. VAN GANSEN et M<sup>lle</sup> GÉRARD soient ici remerciés pour le zèle qu'ils continuent à montrer dans leurs fonctions.

AIDE DES POUVOIRS PUBLICS : Il nous est agréable de constater que l'aide que nous rencontrons auprès d'eux s'est maintenue et même dans certains cas amplifiée. Nous remercions donc bien vivement :

M. le Ministre de l'Éducation Nationale,  
M. le Secrétaire Général du Ministère de l'Éducation Nationale,  
M. le Directeur du Jardin Botanique National de Belgique,

M. le Directeur de l'Institut Royal des Sciences naturelles de l'État et  
Monsieur le chef du Service éducatif de cet établissement,

M. le Président et MM. les membres du Conseil d'Administration de la  
Fondation Universitaire,

M. le Président du Conseil d'Administration de l'Université libre de Bru-  
xelles,

M. le Gouverneur de la Province de Brabant,  
de l'appui qu'ils ont bien voulu nous accorder.

Le Secrétaire des Naturalistes belges,

L. DELVOSALLE.

---

### Les éditions des Naturalistes belges

VANDEN BERGHEN (C.) : <i>Initiation à l'étude de la végétation</i> .	130 F
CHARDEZ (D.) : <i>Histoire naturelle des Protozoaires Théca-</i> <i>moebiens</i> . . . . .	70 F
LUCAS (M.) : <i>Les Cirripèdes de l'Europe</i> . . . . .	50 F

Pour se procurer ces livres, nos membres doivent en virer le prix  
au C.C.P. n° 11 73.73 de la S.P.R.L. UNIVERSA, Hoenderstraat, 24,  
à WETTEREN. Ne pas oublier de coller au dos du coupon une éti-  
quette « En règle de cotisation pour 1968 ».

## Bibliothèque

*Nous avons reçu :*

*Acta zoologica et pathologica antverpiensia.*

n° 40, oct. 1966 : Levenspatronen...

n° 41 : déc. 1966 : Contribution à l'étude du pouvoir fongistatique de certains antiseptiques et antibiotiques connus — Observations on the presence of *Candida albicans* in the feces of wild captive animals — Les chromosomes de l'hybride *Equus Przewalski* x *E. caballus*...

n° 42 : mai 1967 : A study of the animal ovary...

*Ami de la Nature (l')*, n° 10, 1967.

Hertogenwald — L'évolution des glaciers — Une belle croisière...

*Amoeba*, n° 4, sept. 1967.

Vogeltrek — Eiders op Schier — De blauwe reiger als broedvogel benoorden het Noordzeekanaal...

*Aquariumwereld*, oct. 1967.

Bevindingen aan de voorruit — Enkele minder gekende eilevendbarende tandkarpers — Een rare kwast...

*Bulletin mensuel de la section de Malacologie*, n° 10, 1967.

Le mésoscaphe « PX-15 » — Un biologiste dans l'Antarctique — Les mollusques (suite)...

*Id.*, n° 11, 1967.

Les mollusques (suite)...

*Bulletin de la Société entomologique du Nord de la France*, n° 153, 1967.

Une excursion à Clairmarais — Contribution au catalogue des hyménoptères de la Somme — Si nous parlions un peu de l'enfumoir...

*Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, n° 7, 1967.

Action de la gibbériline sur *Echeveria secunda* BAKER — Comportement des animaux sauvages au Zoo de Lyon — Aperçu sur la géographie et les ressources minières de la république du Dahomey...

*Id.*, n° 8, 1967.

Le Pliocène du Bas-Dauphiné : étude palynologique de la région de Beausemblant (Isère) — *Ambrosia artemisiifolia* — Polyembryonie chez *Lebistus reticulatus*...

*Bulletin des Naturalistes de Mons et du Borinage*, avril-sept. 1965.

Le sort de nos Rapaces, problème d'actualité — Notre visite d'« Aleurope » à Ghlin — Note concernant le régime alimentaire des principales espèces capturées et/ou détruites en masse par les tendeurs...

*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. 100, fasc. 1, 1967.

Effets de l'acide oléique sur les cellules, la germination et la croissance de diverses espèces végétales — Influence du bichlorure de mercure sur les effets du méthane sulfonate d'éthyl au niveau chromosomique — Acide gibbérilique et morphogénèse caulinaire...

*Bulletin de la société ornithologique Aves*, n° 3-4, 1967.

Ornithologie et psychologie animale — Intérêt ornithologique des Fagnes du plateau des Tailles — Que penser de la catastrophe du Torrey Canyon... ?

- Champignons de couche et mycologie*, n° 1, 1967.  
 Informations — Klimatizatie in champignonteelt, I — Situation économique du champignon de couche de Belgique...
- Chromy przyrode ojczystz*, n° 4, 1967.
- Conseil de l'Europe* 1966.  
 La lutte contre la pollution des eaux douces — L'eau, cette inconnue — Le phénomène de la pollution — La lutte contre la pollution sur le plan national...
- Country-side*, autumn 1967.  
 Snowdonia national Park — The fairy shrimp — How to begin the study of freshwater algae...
- Eesti Loodus*, n° 8 et 9, 1967.
- Endeavour*, vol. XXVI, n° 98, mai 1967.  
 Symétrie des particules — Les sclérotines — Adaptation structurale et fonctionnelle dans un système visuel...
- Feuille de contact « Aves »*, juillet 1967.  
 Activités — Initiation à l'observation sur le terrain : I : les jumelles à prismes — Le bon langage ornithologique...
- Id.*, novembre 1967.  
 Activités — Initiation à l'observation sur le terrain : II : petite bibliothèque ornithologique — Compte-rendu des excursions...
- Forces, hydro-Québec*, n° 1, 1967.  
 Les fins du développement scientifique — Le syndicalisme au Canada — Hydroquébec 1967.
- Gloria maris*, 1967.  
 Het geslacht *Lambis* — De schelp in de kunst — *Maetra corallina cinerea*
- Hautes Fagnes*, n° 2, 1967.  
 Aux frontières orientales du Duché du Limbourg — Les méfaits de l'étape — Excursion historique...
- Jeunesse scientifique de l'enseignement catholique*, n° 14, 1967.  
 Les bienfaits des forêts — La genèse des monstres — Émetteur-récepteur.
- Lacerta*, 25<sup>e</sup> année, n° 12, 1967.  
 Terrahortus een groot succes — Het gedrag van onze terrariumdieren — Enige ervaringen met *Calotes versicolor*...
- Lambillionia*, n° 7-8, 1967.  
 Chasseur en Campine — Note sur quelques Lepidoptera Hesperidae récoltés au Katanga...
- Id.*, n° 9-10, 1967.  
 Deux noctuides nouveaux pour la faune Belge — Nouveaux Ennominae africains — Une nouvelle espèce de *Parosa* de Madagascar...
- Lexende natuur (de)*, n° 7-8, 1967.  
 De Reest — Afrikaanse olifanten — Waar kwartels huizen...
- Id.*, n° 9, 1967.  
 Een nuttig behangersbijtje — De groei duur van orchideeën van zaad tot bloei — De Dordtse Biesbos als waterwildgebied, heden en in de toekomst...
- Mémoires de la Société royale de Botanique de Belgique*.  
 n° 3 : J. DUVIGNEAUD : Flore et végétation halophiles de la Lorraine orientale.

*Molekyyli*, n° 3 et 5, 1967.

*Natur und Museum*, Bd. 97.

Heft 5 : 75 Jahre *Pithecanthropus* — Die Jugendentwicklung des Ane-  
monenfisches — Ueber einige Basalt- und Tuffvorkommen  
in der westlichen Rhön...

Heft 6 : Zeitmessungen an Gezeitschichten — Norwegische Tundra-  
vegetation — Ueber einige Bewegungsweisen der Schlamm-  
springer...

Heft 7 : Beobachtungen an lochbewohnenden Seeigeln — Gelungene  
Zucht des Kieferfuszes — Gehffuse aus Sand bei einzelligen  
Tieren...

Heft 8 : Teneriffas Nutzpflanzen und deren Anbauggebiete — Seltsame  
Carnivoren — Kolibris als Zaubermittel...

*Natura*, sept. 1967.

Koekoek-acrobatiek — De zeedistel — En Passant...

*Naturaliste Canadien (le)*, n° 3, 1967.

La distribution verticale nocturne et diurne de la Morue à l'entrée  
de la Baie des Chaleurs — Private woodlands in the Northeast — Les  
Ulvacées de la Baie des Chaleurs et de Gaspé...

*Id.*, n° 4, 1967.

Énumération des plantes du Canada — Algues marines benthiques —  
Déplacements du Goéland argenté...

*Natuur en landschap*, n° 2, zomer 1967.

Wat moeten wij verstaan onder natuurbehoud ? Een nationaal park in  
de Grevelingen — Wat behouden bleef...

*Natuurhistorisch maandblad*, n° 9, 1967.

Verslagen maandvergaderingen — Jaarverslag natuurhistorisch mu-  
seum — De achteruitgang van de orchidaceae in Zuid-Limburg, I...

*Id.*, n° 7-8, 1967.

Samen op de bres voor het behoud van de Brunssumerheide — Geo-  
logische waarnemingen op de Brunssumerheide — De orchideeën van  
de Br. heide...

\*  
\* \*

MICHAEL, E. et B. HENNIG, *Handbuch für Pilzfreunde*. Bd. IV, *Blätterpilze-  
Dunkelblättler*, un volume de 326 pages, illustré de 22 figures en noir et  
de 120 planches en couleurs représentant 313 espèces. — Iena, Veb.  
Gustav Fischer Verlag (1967). Prix, broché : 43 DM.

Voici le quatrième et avant-dernier volume de l'ouvrage. Il est consacré  
aux Agaricales à spores colorées ne figurant pas dans le premier volume :  
313 espèces soit un nombre très considérable pour un ouvrage de vulgarisa-  
tion. La partie générale, à côté de données sur la systématique des groupes  
traités, consacre un très important chapitre à l'écologie des champignons supé-  
rieurs ; les principaux habitats sont passés en revue avec indication des prin-  
cipales espèces fongiques qui y croissent.

Les 120 planches en couleurs sont assez irrégulières mais bonnes dans l'en-  
semble. La représentation, à côté des carpophores, de spores et parfois de  
cystides est presque généralisée alors qu'elle était exceptionnelle dans les vo-  
lumes précédents : c'est une heureuse amélioration ; on peut cependant re-

gretter que toutes les spores ne soient représentées au même grossissement, ce qui aurait facilité les comparaisons. Quelques planches ne sont pas correctes quant à la couleur : on peut y voir une schématisation du dessinateur ou plus probablement un défaut de tirage. Par exemple les planches 31, 47, 48, 65, 66 et 130 sont trop rouges, 36, 37, 41, 52, 66, 139 sont trop jaunes, 113 présente un vert agressif incompatible avec la teinte olive qu'il est sensé exprimer. Le lecteur fera donc bien, dans chaque cas, de confronter son matériel non seulement avec la planche mais aussi avec le texte en tenant compte d'abord de celui-ci, pour les couleurs. Ces restrictions ne devraient cependant pas empêcher l'amateur d'acquérir cet ouvrage qui se place — par le nombre d'espèces traitées — au premier rang des ouvrages de vulgarisation.

P. H.

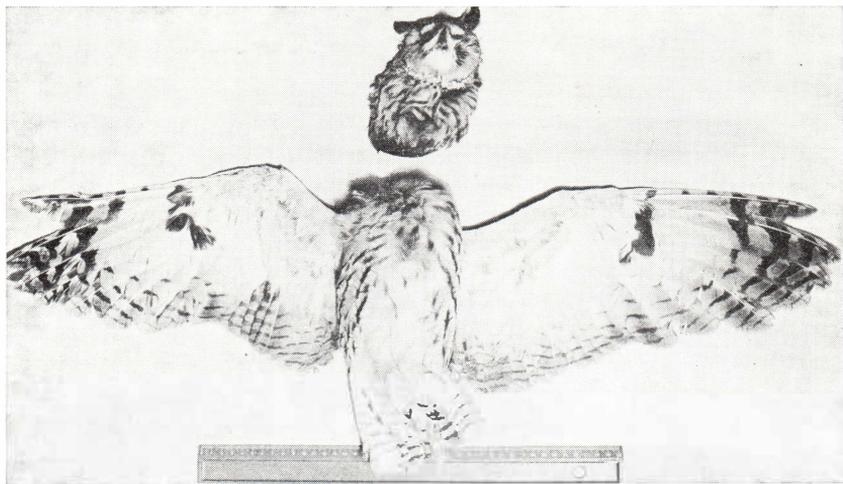
P. BROWN, *Birds in the balance*. « A survival book ». Un volume de 124 pages avec de nombreuses photographies. Éditeur : Colin Willock, Londres, 1967.

Membre de la Société royale pour la Protection des Oiseaux (R.S.P.B.), en Grande-Bretagne, Philip Brown, après différents ouvrages consacrés à l'étude de l'avifaune, signe un livre qui témoigne de son souci de mettre ses connaissances au service de la protection des oiseaux. Sans faire preuve de sensiblerie, l'auteur abandonne l'observation pour nous offrir dans « *Birds in the balance* », non seulement un plaidoyer en faveur de la conservation des espèces aviennes mais aussi un réquisitoire. Toutefois, s'il condamne un mode d'organisation sociale dans lequel la protection de l'oiseau occupe une place trop négligeable, alors même que le recul massif de la nature s'effectue avec une brutalité sans précédent, Philip Brown ne le fait pas sans nuances. La lecture de son livre révèle à ceux qui l'ignorent que les moyens de protection peuvent revêtir des formes surprenantes, voire choquantes au prime abord, et que les dommages causés à l'avifaune ne viennent pas toujours d'où l'on pense.

Partant d'une détermination précise du concept de la protection, Philip Brown retrace, à l'appui de nombreux exemples, l'évolution de ce concept depuis la fin du dix-neuvième siècle. Ainsi apparaît, à la fois comme un aboutissement et comme une nécessité croissante, le concept actuel d'une protection générale de nos ressources naturelles. Cette protection ne va pas sans constitution de réserves ornithologiques. Ce double problème, tel qu'il s'est posé — et se pose encore — en Grande-Bretagne, y a considérablement évolué, selon qu'il avait pour contexte la période d'avant ou d'après la guerre de 1940-1945. Les expériences britanniques dans ce domaine furent nombreuses et Philip Brown s'en fait largement l'écho ; souvent avec humour, du reste, mais toujours, aussi, avec une parfaite objectivité dans la considération de faits souvent contradictoires.

L'ouvrage est illustré de plusieurs photographies qui, à elles seules, constitueraient un réquisitoire s'il en fallait encore formuler contre l'ignorance ou la rapacité de certains de nos congénères. Comme toute autre créature, conclut l'auteur, l'homme doit apprendre à donner aussi bien qu'à prendre. Mais y est-il naturellement disposé ?

M. C.



Cette photo n'est pas extraite du livre de Philip Brown. Le moyen-duc (*Asio otus*) qu'elle représente a été trouvé décapité, en novembre 1967, en bordure d'une route secondaire, entre Hamoir et Emptinne (Condroz). Selon toute apparence, ainsi qu'en témoignaient une douille de fusil de chasse et une tache de sang qui s'étalait sur l'asphalte, l'oiseau fut tiré puis décapité. Les rapaces, tant diurnes que nocturnes, sont tous protégés par la loi belge depuis 1966. (Photo M. Cossey).

Kenneth MELLANBY, *Pesticides and pollution* (Série : The New Naturalist).  
Éd. Collins, London. Volume de 221 pages et 14 planches illustrées  
(noir). Prix : 30 sh.

L'auteur examine les plus importants problèmes de la pollution rencontrés dans les Iles Britanniques tant en ce qui concerne les eaux, les sols et l'air. L'action des principaux pesticides et herbicides est analysée. C'est un cri d'alarme bien documenté.

L.D.

# 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 26 mai :** *Excursion géologique* aux environs de Couvin, dirigée par M. le Prof. MORTELMANS. Départ à **8 h.** de la JOC ; passage à Charleroi vers 8 h 50 ; retour vers 20 h. S'inscrire en versant avant le 20/5 la somme de 150 F (100 F au départ de Charleroi) au CCP 8026 09 de R. Tournay. Emporter les vivres.

**Du samedi au lundi de Pentecôte :** Les membres des NB peuvent participer à l'Herborisation de la Société royale de Botanique en Gaume et en Ardenne méridionale (Semois). Le programme définitif n'est pas encore établi. Il y aura soit logement 2 nuits à Arlon et train + autos particulières, soit logement 2 nuits à Habay et train + car ; le coût approximatif sera de 900 F. Les excursions seront dirigées par M. PARENT, professeur à Arlon. Les membres intéressés peuvent se faire connaître (sans engagement formel encore) à L. Delvosalle.

**Dimanche 16 juin :** *Excursion botanique* dirigée par M. LEGRAND, professeur à Beauraing, dans la région d'Auffè et de Resteigne. Départ à **8 h** précises de la JOC. Passage à Namur vers 9 h. Retour prévu vers 21 h. S'inscrire en versant 160 F (110 F au départ de Namur) au CCP 2402 97 de L. DELVOSALLE avant le 12/6. Emporter les vivres.

\* \* \*

Le point de départ des excursions, à Bruxelles, est situé au boulevard Poincaré, sur le trottoir, devant l'immeuble de la JOC (à 400 m de la gare du Midi).

---

## Section des jeunes

**26 juin :** Groupe du cycle supérieur : excursion dans la forêt de Soignes.

## Petites annonces

Un entomologiste italien, débutant, aimerait trouver un correspondant en Belgique en vue d'échanger des Coléoptères. Écrire, en français ou en italien, à M. Auro SIEGA, 6, via del Carso, à GORIZIA (Italie).

M. A. BROUHIER, 146, av. P. Deschanel, Bruxelles 3 est disposé à vendre une collection d'insectes composée de 5 boîtes. Téléphoner entre 19 h et 20 h au n° 150099.

---

### Notre couverture

Les jeunes pousses de l'Orchidée *Epipactis helleborine* sont recourbées avant la fleuraison. L'espèce est assez répandue chez nous.

Photo prise dans une petite clairière, dans les dunes boisées d'Anvers - rive gauche.  
(Photo M. DE RIDDER).