

**Société
Lorraine
Mycologie**

**ELEMENTS
DE
LICHENOLOGIE**

**Daniel PREVOT
2014**

Société Lorraine de Mycologie

ELEMENTS DE LICHENOLOGIE

**Daniel PREVOT
2^e édition
année 2014**

Les photos contenues dans ce document sont de l'auteur sauf mentions spéciales. Elles ont été généralement prises sur des sites lorrains.

Marc LILBERT de la SLM a eu la patience de lire, relire et corriger plusieurs fois la première édition (2009) de ce document en y joignant des commentaires toujours très pertinents. Qu'il en soit remercié. Je remercie également Jean-Paul PONSIN de la SLM pour les judicieuses et précieuses remarques qu'il m'a adressées, notamment de systématique, concernant la première édition de ce document et dont j'ai tenu compte pour cette réédition.

Ne pouvant prétendre à l'absence d'erreurs, je remercie le lecteur de cet opuscule de bien vouloir m'en excuser et surtout de m'en faire part à <daniel.prevot@univ-lorraine.fr>.

SOMMAIRE

1 - PREAMBULE – LA LICHENOLOGIE	5
2 - PLACE DES LICHENS PARMIS LES ÊTRES VIVANTS	7
21- La biosphère	7
22- Les Procaryotes	7
23- Les Eucaryotes	8
24- Les champignons	10
3 – LES LICHENS	13
31- Qui sont-ils ?	13
32- Qu’apporte la symbiose à chacun des partenaires ?	14
33- Comment les désigne t’on ?	14
34- Où vivent-ils ?	15
341 – Les substrats	16
342 – L’environnement chimique	17
343 – L’éclaircissement	17
344 – Les conditions climatiques	17
3441 – étages de végétation	17
3442 – lichens marins et maritimes	17
3443 – lichens aquatiques	18
35- Comment se reproduisent-ils ?	18
36- Quel est (ou a été) leur usage ?	19
361 – Substances lichéniques	19
362 – Usage médical	19
363 – Usage alimentaire	20
364 – Usage industriel	20
365 - Usage en datation – lichénométrie	21
366 - Usage en écologie	22
4- ELEMENTS MORPHOLOGIQUES ET MACROSCOPIQUES DE DESCRIPTION DES MACROLICHENS	23
41- Le thalle	23
411- Généralités	23
4111- Types de thalles	23
4112- Structures de thalles	24
412- Th. crustacés	25
413- Th. squamuleux	27
414- Th. foliacés	28
415- Th. fruticuleux	28
416- Th. complexes ou composites	29
417- Th. gélatineux	30
42- Les principaux organes portés par le thalle	30
421- Généralités	30
422- Organes de reproduction	30
4221- Organes de reproduction du complexe lichénique	30
4222- Organes de reproduction du mycobionte	31
423- Autres organes	33
4231- Sur la face supérieure du thalle	33
4232- Sur la face inférieure du thalle	34
43- Réactions chimiques – Réactifs	34
44- Fiche de terrain	35

5 - CLES ELEMENTAIRES DE DETERMINATION MORPHOLOGIQUE DES GENRES DE MACROLICHENS	37
6 - CLASSIFICATIONS DES GENRES DE LICHENS	39
61- Classification classique dite linéenne	39
62- Classification phylogénétique des ascolichens	41
63 - Lichenosociologie	43
7 - LICHENS ET QUALITE DE L'AIR	45
8 - LEXIQUE DE LICHENOLOGIE	47
9 - BIBLIOGRAPHIE	53
10 - SITES INTERNET	57
11 - TABLE DES ILLUSTRATIONS	59
12 - GALERIE DE PHOTOS	61



Photo 1 : *Trentepohlia aurea* [-----] 2 mm
 Algue filamenteuse terrestre (i.e. non aquatique) saxicole qui intervient en tant que partenaire dans de nombreux lichens (e.g. : *Graphis scripta*). Contrairement à ce que la couleur orange - rouge pourrait inciter à penser, il s'agit là d'une algue verte dont la coloration résulte de l'accumulation de pigments caroténoïdes. Aussi certains algologues ou phycologues, i.e. spécialistes des algues (attention le terme « algologie » désigne aussi bien la science des algues que celle de la douleur et en médecine un algologue est un spécialiste de la douleur !) parlent d'« algues oranges » pour désigner les *Trentepohlia*. Dans les environs de Nancy, on en trouve par exemple sur les escarpements rocheux calcaires en bordure de la route, face au château de la Flie à Liverdun (54).

1- PREAMBULE – LA LICHENOLOGIE

La démarche scientifique pour étudier un groupe d'objets consiste déjà à les individualiser, à les identifier en utilisant des caractères qui leur sont propres et à les inclure dans des séries appelées taxons, l'unité de base étant l'objet lui-même. Ces objets inconnus à l'origine deviennent alors plus familiers : on peut les nommer. Puis en comparant les objets entre eux, les caractères qu'ils ont en commun permettent de les réunir en groupes de ressemblance appelés d'abord genres, puis familles. Puis en comparant les familles entre elles, on les regroupe elles-mêmes en groupements plus vastes ... On construit ainsi petit à petit une arborescence de classification des objets étudiés. Celle-ci évolue évidemment avec le temps et les connaissances ; elle ne peut être figée.

Les principaux niveaux de l'arbre simplifié, de la racine aux feuilles, des êtres vivant selon la classification classique initialisée par le botaniste suédois Carl Von LINNE (1707 – 1778) sont :

Vivant → Empire → Règne → Division → Classe → Ordre → Famille - Genre → Espèce

Cela paraît simple à priori, mais en réalité, lorsqu'on a affaire à un ensemble continu d'objets, le pari de classification devient impossible car il y a toujours au voisinage des frontières artificiellement établies, des individus atypiques dont on ignore la situation relativement à ladite frontière. Malgré cette imperfection la classification réalisée permet de mieux appréhender l'ensemble. La science qui a pour objet les classifications est la systématique.

La lichénologie est la science qui étudie les lichens.

Le mot lichen est emprunté au lat. *lichen*, du gr. *λειχην* « lèpre, dartre, lichen [plante] », de *λειχειν* qui signifie « lécher ». Il a été utilisé semble-t-il pour la première fois (dixit Paul OZENDA) par le philosophe grec THEOPHRASTE (372 – 287 av. J.C.) au IV^e s. av. JC. Il désignait aussi bien les lichens que les mousses, les hépatiques et les dermatoses. D'où son usage également en dermatologie (Le lichen plan est une éruption cutanée prurigineuse), ce qui est totalement étranger au sujet de ce fascicule. En France, cette science ne prend réellement son essor qu'à partir du milieu du XIX^e s.

Parmi ses précurseurs, on peut noter le botaniste français Joseph Pitton de TOURNEFORT (1656 - 1708), qui le premier les a distingués des mousses où ils étaient rangés. Le célèbre naturaliste suédois Carl Von LINNE (1707 - 1778), les rangeait quant à lui avec les algues. On considère généralement que le père de cette science relativement récente est le botaniste suédois Erick ACHARIUS (1757 - 1819) qui sépara pour la première fois les lichens des autres cryptogames. Dans la classification linnéenne des plantes on distingue les phanérogames qui sont les « plantes à fleur » (aujourd'hui appelées spermatophytes), et les cryptogames qui sont les autres plantes (comprenant les ptéridophytes, les bryophytes et les thallophytes). On lui doit la plupart des termes de la lichénologie. Il a identifié de nombreux genres et espèces dont les noms sont pour une part importante encore en usage actuellement. On lui doit « *Lichenographia universalis* » publié en 1810.

Le botaniste allemand Karl Friedrich Wilhelm WALLROTH (1792 – 1857), à qui l'on doit l'usage des termes « homéomère » et « hétéromère » pour qualifier la structure des lichens, semble être le premier à avoir envisagé la double nature des lichens dans « *Naturgeschichte der Flechten* » en 1825. Idée reprise par le botaniste allemand Julius Von SACHS (1832 - 1897) qui émet en 1855 l'hypothèse de la double nature des lichens (algue et champignon), puis par le botaniste suisse Simon SCHWENDENER (1829 - 1919) en 1867 dans *Die Algentypen der Flechtengoniedien*. On lui attribue généralement (et abusivement) la paternité de cette théorie dite *algo-lichénique*. Elle reçut une très virulente opposition de Wilhelm NYLANDER, botaniste entomologiste finlandais (1822 - 1899), un des plus grands lichénologues de la deuxième moitié du XIX^e s. à qui on doit la description de quelques 3000 lichens. Il serait injuste d'oublier les travaux du botaniste français Jean-Baptiste-Edouard BORNET (1828 -1911) qui établit que les relations existant entre le champignon et l'algue ne

sont que des relations de contact démontrant ainsi que les lichens sont constitués de deux êtres différents.

La confirmation de cette théorie sera apportée par les botanistes russes Andreï-Sergueïevitch FAMINTSYNE (1835 - 1921) et Jôsep-Wasilijewitsch BARANIECKI (1843 - 1905) qui réussirent à isoler l'algue et le champignon d'un lichen (cf. *Zur Entwickelungeschichte der Gonieden und Zoosporenbildung der Flechten* 1867).

Puis c'est le tour du botaniste français Gaston BONNIER (1843 - 1922) qui tentera quant à lui de faire la synthèse en 1889 de *Xanthoria parietina* à partir de ses éléments séparés. Toutefois cette expérience a été très controversée et n'a pas été validée par la communauté scientifique internationale pour des raisons de défaut de stérilité dans le protocole expérimental utilisé. Roger-Guy WERNER (1901 – 1977, éminent lichénologue, maître de conférences puis professeur de botanique à la faculté des sciences de Nancy de 1948 à 1972) a tenté également et sans succès, de réaliser la synthèse d'un lichen à partir de ses composants isolés, élevés en culture (selon sa biographie écrite par Jean-François PIERRE dans le Bulletin de l'Académie et de la Société Lorraine des Sciences tome XVII n°2 pp. 78 – 89, 1978). Cette synthèse n'a toujours pas été réalisée en 2013.

L'existence des lichens est très ancienne puisque les plus anciens fossiles reconnus de lichens ont été trouvés dans des schistes du cambrien (-500 MA).

Avant de présenter les principaux éléments d'identification et de classification des lichens, quelques notions de biologie paraissent souhaitables afin de situer les lichens dans le monde du vivant.

N.B. : Dans le lexique joint, on trouvera la signification des principaux termes de lichénologie qui n'appartiennent pas au langage courant et qui sont utilisés dans ce fascicule.



Photo 2 : Coussinets de *Cladonia rangiferina* sur les sables siliceux dans la forêt de pins de Lacanau en Gironde (33), en bordure de l'océan atlantique.

2 - PLACE DES LICHENS PARMIS LES ÊTRES VIVANTS

21 - La biosphère

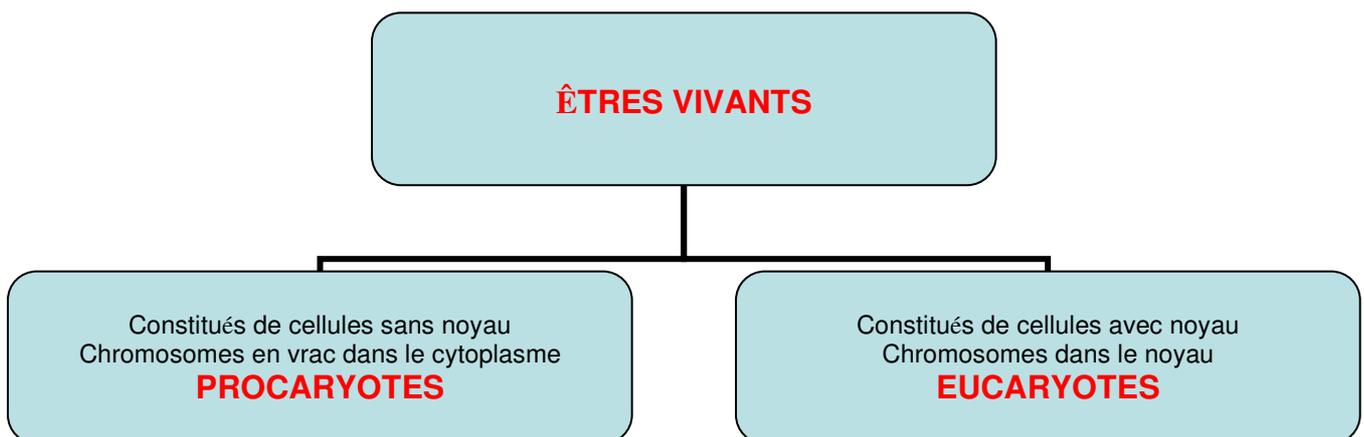
La vie est un phénomène commun que l'on observe absolument partout, même dans des milieux dits inhospitaliers car considérés a priori comme impropres à la vie, mais qu'il est très difficile de définir.

Usuellement on considère que **les êtres vivants sont les objets de la nature qui naissent, se nourrissent, se développent, se reproduisent et meurent**, grâce à des fonctions qui leur sont propres et constituent ce qu'on appelle leur métabolisme. Ils définissent ce que l'on appelle la **biosphère** (couronne sphérique idéale autour de la terre, composée de l'ensemble de la matière vivante, ce mot a été créé par le géologue [Eduard Suess](#) en 1875, il inclut également les milieux de vie, le biotope, ...). Les virus, les prions, ..., sont des entités à part, car c'est la cellule qui les contient qui assure leur développement et leur duplication, ils ne sont pas actuellement rangés parmi les êtres vivants ! La frontière entre le vivant et le non vivant n'est peut-être pas si simple ...

Pendant longtemps on a classé les êtres vivants en animaux ou végétaux selon leur mobilité : les premiers étant les êtres vivants aptes à se déplacer, les seconds étant les êtres vivants liés à leur support et inaptes à se mouvoir. Ainsi par exemple, les coraux étaient rangés dans les végétaux par les anciens qui les appelaient encore « fleurs de roche ». Devant les difficultés de classer certains êtres vivants dans l'un ou l'autre règne, les scientifiques ont été conduits à repenser les critères de classification en utilisant les nouveaux outils mis à leur disposition par la technologie et la biologie.

Les éléments fondamentaux d'identification d'un être vivant sont contenus dans ses chromosomes, éléments porteurs de l'information génétique et véritables cartes d'identité des êtres vivants, dont la découverte ne remonte qu'au début du XXe s. Ces chromosomes sont contenus dans chaque unité de base de l'être vivant qu'on appelle « cellule ». Un être vivant est constitué d'une ou plusieurs cellules. Une cellule est essentiellement constituée d'un liquide, appelé cytoplasme, enfermé dans une enveloppe dite cytoplasmique et contenant divers organites dont éventuellement un noyau. Les chromosomes sont enfermés dans le noyau lorsqu'il en existe un, sinon ils sont en vrac dans le cytoplasme.

On obtient alors la première division de la biosphère en 2 empires : Eucaryotes et Procaryotes.



22 - Les Procaryotes

Les Procaryotes comprennent les bactéries (au sens large) réparties en deux domaines :

- les Archæa ou Archéobactéries, qui comprennent la plupart des extrêmophiles.
- les Bacteria ou Eubactéries, qui sont les vraies bactéries que l'on divise en deux groupes selon leur mode d'assimilation :
 - o les chimiotrophes qui utilisent l'énergie fournie par des réactions chimiques comme source initiale énergétique.

- les phototrophes qui utilisent l'énergie fournie par la lumière.

Les Cyanobactéries autrefois appelées cyanophycées ou « algues bleues » (comprenant par exemple les *Nostocs*), entrent dans la composition de certains lichens (e.g. : les *Collemataceae*, les *Peltigeraceae*, ...)

En résumé :

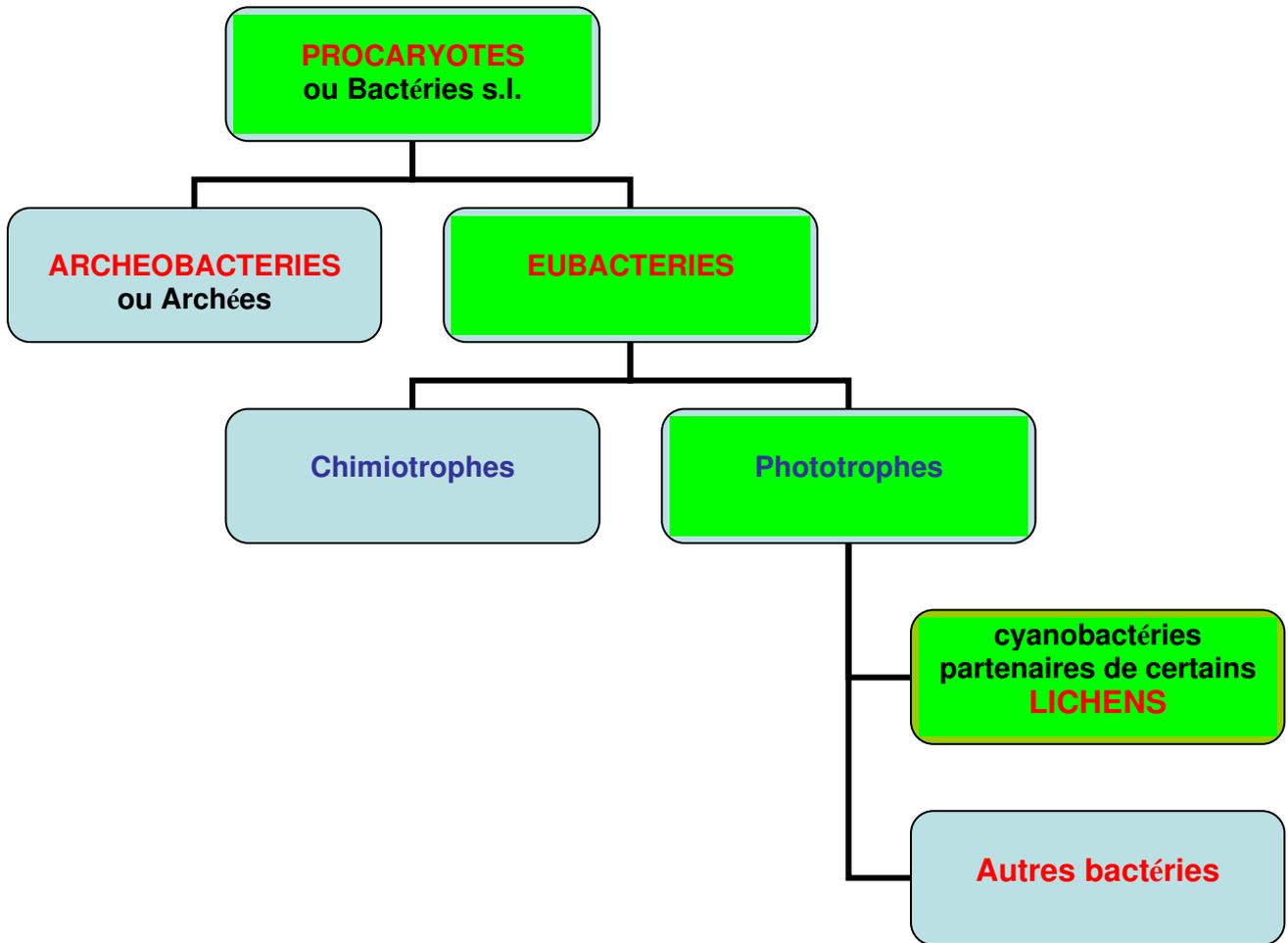


Photo 3 : *Nostoc commun* (« Crachat de lune ») sur un lit d'hépatiques (*Marchantia polymorpha*).



Photo 4 : chapelets de cellules de *Nostoc*. On remarquera l'absence de noyau. Il s'agit d'un Procaryote.

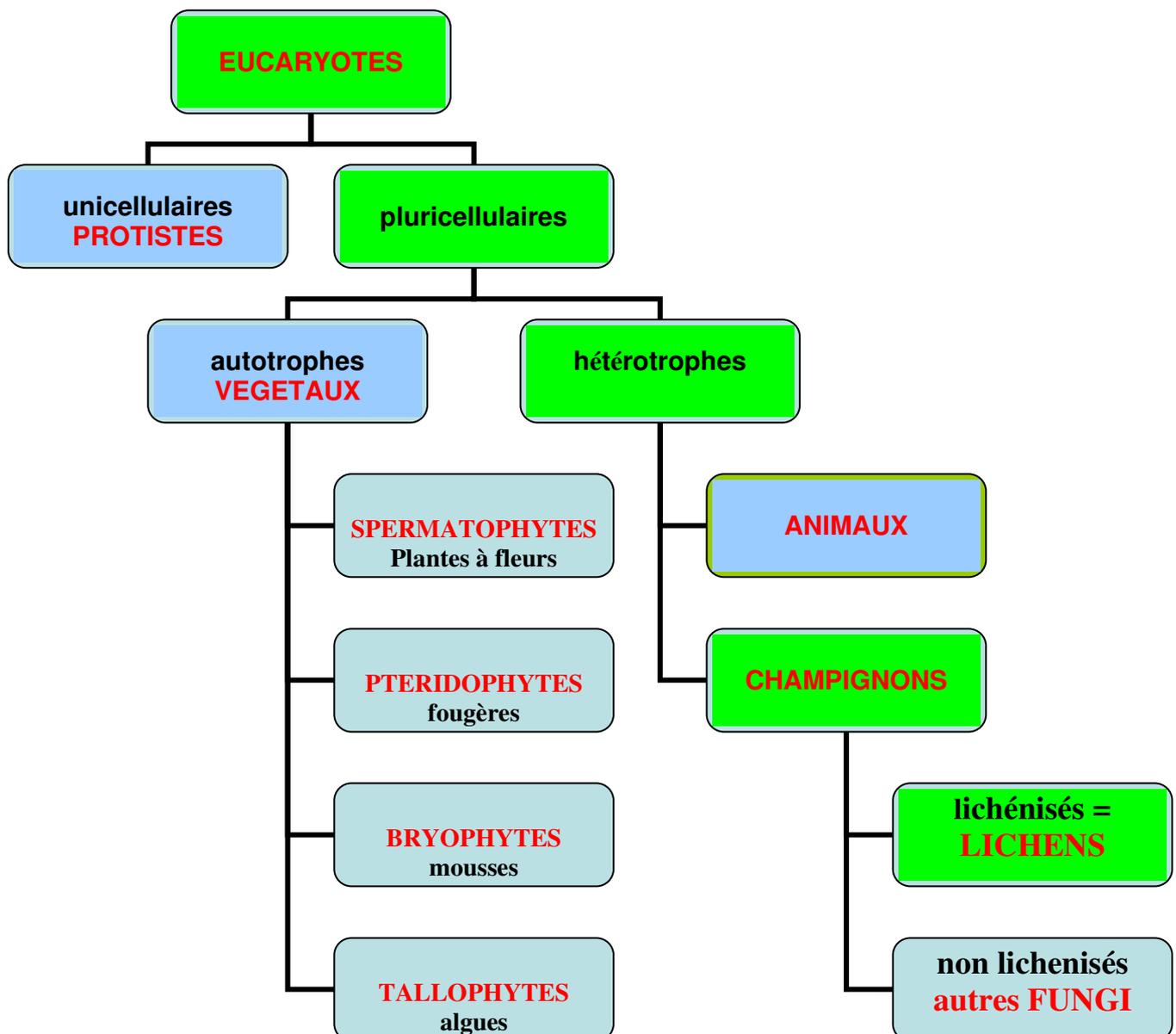
23 - Les Eucaryotes

Les Eucaryotes comprennent :

- des unicellulaires qui sont les protistes (protozoaires : amibes, paramécies, ... et protophytes : euglènes, paramécies, diatomées, ... ; en fait les protistes sont un groupe très hétérogène, un peu « fourre tout » contenant aussi des pluricellulaires qui ne sont ni animaux, ni végétaux, ni champignons) et

- des pluricellulaires répartis en 2 groupes selon leur mode de nutrition. Il y a d'abord les **autotrophes** qui puisent directement dans l'environnement l'énergie qui leur est nécessaire pour réaliser la synthèse des divers composés organiques (sucres, glucides, ...) qui les constituent à partir des éléments chimiques contenus dans le sol, l'eau ou l'air ; ce sont les végétaux. Puis il y a les **hétérotrophes** qui se nourrissent de la matière organique synthétisée par les précédents ; ce sont les animaux et les champignons. Les animaux procèdent par **ingestion** de leurs aliments tandis que les champignons procèdent par **absorption** des aliments simples et solubles après décomposition de la matière organique.

Les travaux de WHITTAKER et de KENDRICK dans les années 70, ont induit une division des Eucaryotes en 4 règnes. : les protistes, les végétaux, les animaux et les champignons. On a l'arbre simplifié :



divisés en de nombreux règnes. Un clade est un groupe ayant un ancêtre commun et toute sa descendance.

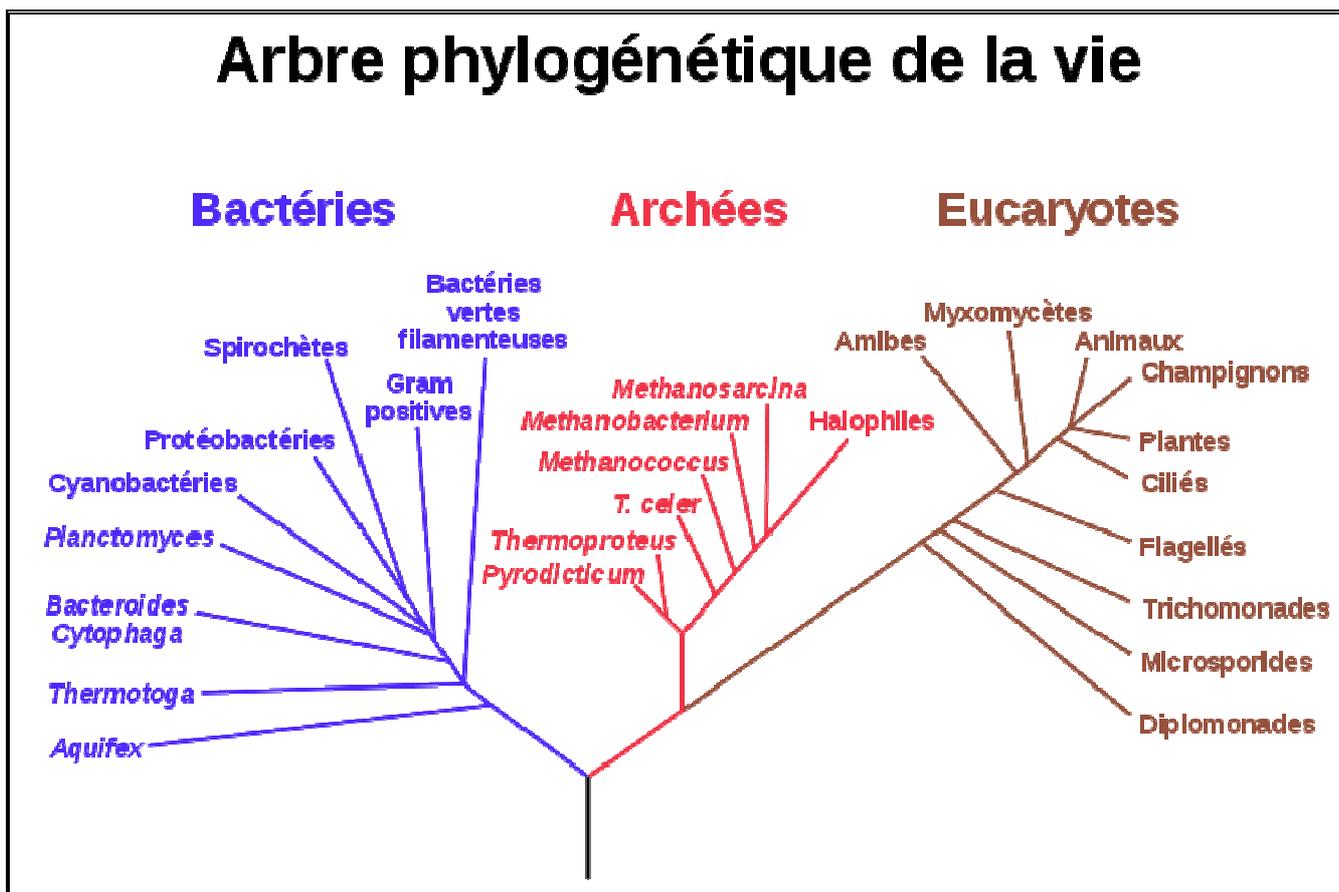


Figure 2 : arbre phylogénétique selon Wikipédia.

Dans cette classification, les lichens sont entièrement intégrés aux champignons.

24 - Les champignons

Dans la classification la plus répandue (celle de Geoffrey Clough AINSWORTH et Guy Richard BISBY, 1971), les champignons sont répartis en 2 divisions selon la présence ou non d'un plasmode (sorte de masse gélatineuse cytoplasmique dans laquelle le noyau s'est divisé un grand nombre de fois) et plusieurs subdivisions :

CHAMPIGNONS	Avec plasmode	se nourrissent	par phagocytose	MYXOMYCOTA
	Sans plasmode	Repr. non sex.	
	EUMYCOTA	Repr. sexuée	Spores flagellées	MASTIGOMYCOTA
			Sp. non flagellées	ZYGOMYCOTA ASCOMYCOTA BASIDIOMYCOTA

Cette classification a toutefois plus de 40 ans ... Les Myxomycètes sont désormais rangés avec les Rhizopodes dans le clade des Amoebozoaires, tandis que les Eumycètes forment avec les Microsporidies le clade des Champignons. Par tradition historique, leur étude reste au sein des sociétés mycologiques. Mais en réalité ils n'ont rien à voir avec les *fungi* pour diverses raisons : absence de mycélium, nourriture par phagocytose et non par absorption, ...

La classification des vrais champignons (i.e. sans plasmode, appelés encore EUMYCETES) a été revue et le règne des FUNGI (autre terme pour désigner les champignons) est actuellement réparti en 4 divisions : les CHYTRIDIOMYCETES, les ZYGOMYCETES, les ASCOMYCETES et les BASIDIOMYCETES, selon Colin TUDGE (2000). Divisions retenues par Guillaume LECOINTRE et Hervé LE GUYADER dans *Classification phylogénétique du vivant* (BELIN 2009) p517.

Les champignons se nourrissent par absorption de 3 façons différentes :

- le saprophytisme : ils exploitent la matière organique morte ou en décomposition.
- le parasitisme : ils exploitent la matière organique vivante, animale ou végétale.
- la symbiose : ils s'associent avec un phototrophe (en général un végétal) pour effectuer des échanges. Cette association est de deux types :

. mycorhizienne : dans ce cas le champignon échange avec une plante des sels minéraux, du gaz carbonique et de l'eau contre des composés carbonés que la plante synthétise grâce à sa fonction chlorophyllienne, au niveau des racines de cette dernière qu'il entoure de son mycelium. Ce sont certains arbres, diverses plantes, ou des mousses. C'est en quelque sorte du troc dont chacun tire profit tout en gardant son autonomie.

. lichénique : dans ce cas le champignon s'associe avec un partenaire qui est une Algue ou une Cyanobactérie pour constituer un nouvel être vivant hybride qu'on appelle **champignon lichénisé** ou simplement **lichen**. J'y reviendrai plus loin au §3. Dans cette association il y a perte totale d'autonomie pour chacun.

Répartition des ascomyza et des basidiomycota selon leur modes de nutrition

	Saprophytisme	Parasitisme	Symbiose
Ascomycètes	20 %	20 %	60%
Basidiomycètes	10 %	10 %	80 %

On estime actuellement que les champignons lichénisés représentent environ 22% de l'ensemble des champignons connus et qu'on a la répartition suivante :

Champignons	Ascomycota	Basidiomycota	Deuteromycota
Nombres d'espèces	30000	16000	17000
% lichénisés	46%	0.3%	1.2%
Lichens	Ascolichen	Basidiolichen	Hypholichen
Nombre d'espèces	13800	50	200
%	98.2 %	0.3 %	1.5 %

(selon : <http://www2.ac-lille.fr>)

Ainsi dans la nature, on rencontre surtout des ascolichens. Les basidiolichens sont principalement des espèces tropicales ; il n'y en a qu'une dizaine d'espèces connues en Europe.

On connaît actuellement plus de 17000 espèces de lichens (selon une autre évaluation que celle du tableau précédent, mais les nombres annoncés ne servent qu'à donner une idée), et on en découvre de nouveaux chaque année. On en dénombre plus de 2000 espèces en France (dont une dizaine de basidiolichens, les *Lichenomphalia* par exemple, non encore signalés en Lorraine mais existant dans les Ardennes), et un millier dans le quart du Grand-Nord-Est selon Bernard CHIPON (cf. bulletins 1994 & 1995 de la SHNPM).

Relativement à la lichénisation, il apparaît 3 types de champignons :

- ceux dont on ne connaît pas actuellement de forme lichénisée,
- ceux qu'on ne connaît que sous la forme lichénisée,
- ceux qu'on connaît sous les 2 formes : lichénisée et non lichénisée (e.g. : *Stictis urceolatum*).

Il est à noter que pour certains lichens, on connaît des périodes dans le temps où le champignon s'est dissocié de l'algue pour y revenir à d'autres ...

Au sujet des lichens, le naturaliste est amené à se poser diverses questions élémentaires auxquelles je vais donner quelques éléments de réponse dans le paragraphe suivant.

On notera que dans la biosphère, les phénomènes de symbiose entre des être forts différents sont de plus en plus reconnus et que « la théorie dite de la *symbiose généralisée* est au cœur de la biologie évolutive moderne » dicit : Jean GARBAYE in '*La symbiose mycorhizienne*' éd. Quæ 2013.

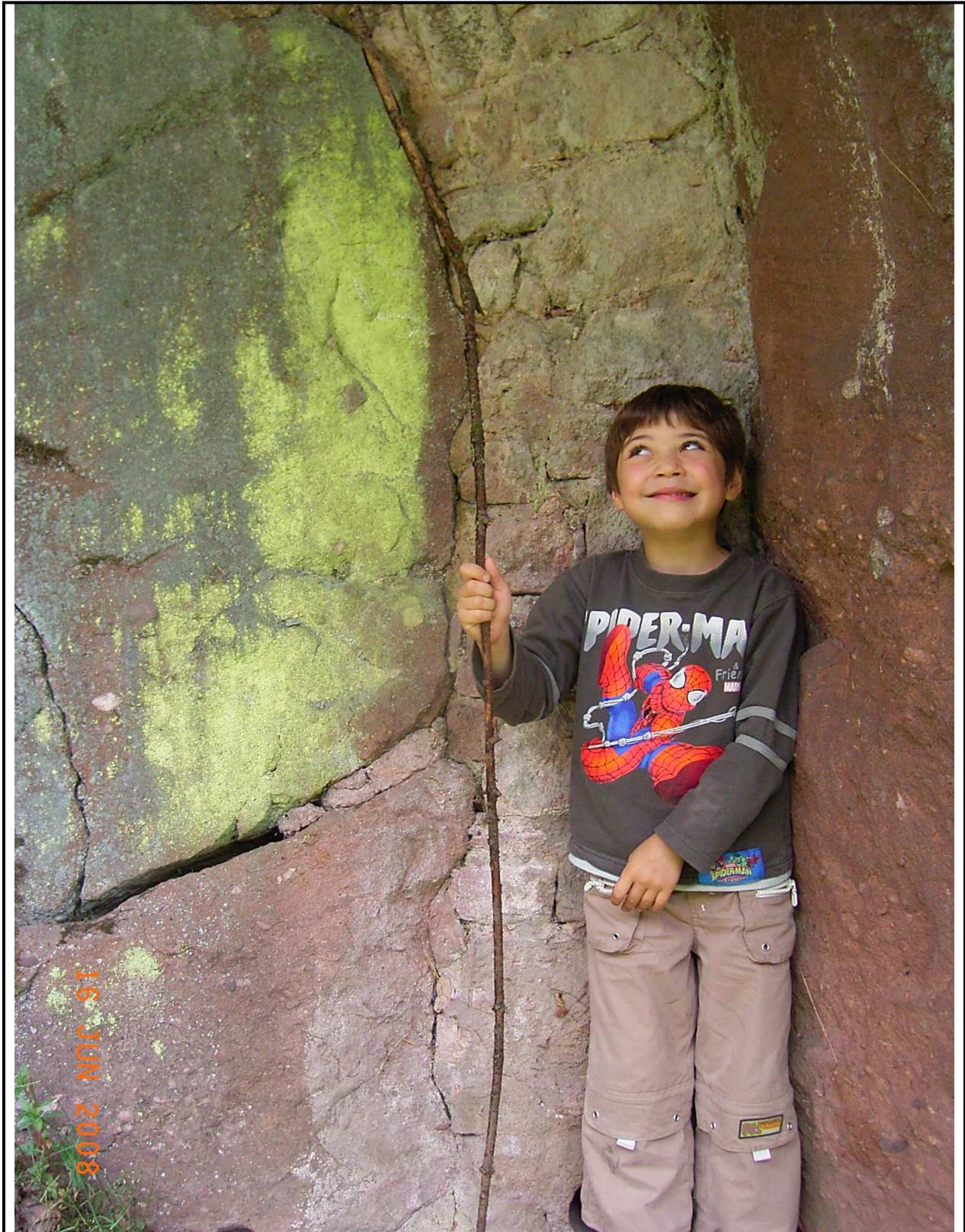


Photo 5 : Plaque de *Lepraria incana* (?) à l'école d'escalade d'Epinal dans les Vosges, dans l'ancienne carrière de gré. Ce lichen est très commun.

3 - LES LICHENS

31 – Qui sont-ils ?

Un lichen, ainsi que je l'ai dit plus haut, est un être vivant résultant de l'association de 2 partenaires :

- Un partenaire fongique (Champignon) hétérotrophe, appelé mycosymbiote ou mycobionte, représentant plus de 90% de la biomasse du lichen qui joue un rôle déterminant dans sa forme et sa structure. **Cet élément est le seul à avoir conservé la capacité de reproduction sexuée.** Pour cette raison les lichens sont considérés **actuellement et unanimement** comme des champignons par la communauté scientifique, malgré les contestations de certains systématiciens.

- Un partenaire chlorophyllien (Algue verte ou Cyanobactérie) autotrophe, appelé phycosymbiote ou phycobionte dans le cas général (photosymbiote ou photobionte dans le cas d'une algue verte et cyanosymbiote ou cyanobionte dans le cas d'une cyanobactérie). Les 2 partenaires chlorophylliens sont parfois réunis ; c'est le cas par exemple chez *Lobaria pulmonaria*.

phycobionte	Algue seule	Cyanobactérie seule	Algue et Cyanobactérie
% des lichens	85 %	10 %	5 %

(selon : <http://fr.wikipedia.org>)

On retiendra la formule :

**LICHEN = CHAMPIGNON + ALGUE
ou / et
CYANOBACTERIE**

Les «algues» partenaires sont à 90% des Chlorophycées ou « Algues vertes » et à 15% des Cyanobactéries (genre *Nostoc*, anciennement appelé Cyanophycées ou « Algue bleue », ou genre *Scytonema*). Les algues vertes sont avant tout des chlorococcacées du genre *Trebouxia* (algue unicellulaire) ou des trentepohliales du genre *Trentepohlia* (algue filamenteuse). Quand on érafle avec l'ongle ou la pointe d'un couteau la surface d'un lichen étalé sur une écorce, en général la rayure se colore. Le phycobionte est un *Trebouxia*, si elle se teinte en vert vif (cf. photo 5) et un *Trentepohlia* si elle se teinte en vert pâle orangé (cf. photo 6). Lorsque l'algue entre dans la symbiose, elle subit une transformation rendant son identification très difficile. Celle-ci reste du domaine de la recherche.



Photo 6 : Présence de *Trebouxia* dans la griffure à l'ongle du thalle d'un *Pertusaria albescens*. Griffure très nettement vert vif.



Photo 7 : Présence de *Trentepohlia* dans la griffure à l'ongle du thalle d'un *Graphis elegans*. Griffure vert orange.

Ainsi qu'on l'a vu dans le préambule la connaissance de la double nature des lichens date du dernier quart du XIXe s. et le classement des lichens dans le règne des champignons apparaît seulement un siècle plus tard. Toutefois et selon H. CLEMENCON (*Anatomie der Hymenomyceten* / Université de Lausanne 1997 / page 894), dès 1932 le lichénologue PALM exprimait sa conviction de l'appartenance des lichens au règne des champignons.

Plus de 150 ans avant, M. VALMONT DE BOMARE dans son *DICTIONNAIRE RAISONNE UNIVERSEL D'HISTOIRE NATURELLE* 3^e éd. 1776 Tome 5 p.105 définit les lichens comme étant le « nom donné à une famille de plantes que l'on dit être du genre des champignons ».

32 – Qu'apporte la symbiose à chacun des partenaires ?

Le mycobionte apparaît aux yeux de certains naturalistes comme le grand bénéficiaire de cette union puisque dans la majorité des cas il ne saurait vivre seul : il puise dans l'algue les sucres qu'elle produit par photosynthèse et dont il a besoin pour son développement, incapable de les produire lui même.

Le phycobionte présent dans la nature dans de nombreuses situations, doit toutefois sa survie dans certains milieux hostiles (déserts glacés, déserts arides, hautes montagnes, ...), au champignon qui lui assure la protection contre la dessiccation en maintenant le taux d'humidité nécessaire. Le champignon l'alimente en outre en sels minéraux. Il le protège également contre les prédateurs.

Les échanges réalisés entre les deux partenaires sont en réalité très complexes et il semble difficile de dire que la symbiose favorise plus un partenaire que l'autre. Qui parasite qui ? C'est un débat qui a alimenté et alimente encore quelques thèses contradictoires.

La symbiose a permis aux lichens de développer des qualités particulières qu'aucun des partenaires ne possède seul dont notamment la plus remarquable est la reviviscence : propriété de renaître dès que les conditions sont favorables après une période difficile (sécheresse par exemple) pouvant être très longue. Cette symbiose a entraîné en outre la production par les lichens de nombreuses substances chimiques spécifiques inconnues chez les partenaires isolés. Certaines de ces substances confèrent au lichen une résistance exceptionnelle lui permettant de s'adapter aux conditions les plus extrêmes ; ainsi par exemple l'expérience baptisée « lichens » et réalisée en 2005 par l'Agence Spatiale Européenne dans le cadre de la mission *Foton-M2* utilisant une fusée *Soyouz*, a permis de montrer que les lichens *Rhizocarpon geographicum* et *Xanthoria elegans* avaient survécu sans aucun dommage à une exposition de 15 jours dans le vide interplanétaire. C'était la première fois qu'un être pluricellulaire était plongé dans l'espace ; depuis, en 2008 plus exactement, cette propriété extraordinaire a également été observée pour le Tardigrade (un petit animal fabuleux !).

33 - Comment les désigne-t-on ?

La plupart des lichens ne sont connus et étudiés que depuis le milieu du XVIII^e s. Aussi ils n'ont que rarement des noms vernaculaires (par exemple : herbe à poumon pour *Lobaria pulmonaria*, mousse de chêne pour *Evernia prunastri*, mousse des rennes pour *Cladonia rangiferina*, mousse d'Islande pour *Cetraria islandica*, ...) et ne portent donc que des noms scientifiques. Bien que n'appartenant plus au règne végétal, les lichens (comme les champignons plus généralement) continuent de relever de la nomenclature botanique et sont désignés par des noms latins constitués selon le schéma linnéen usuel : *Genre espèce (1^{er} descripteur) descripteur* comme par exemple : *Evernia prunastri* (L.) Ach. qui est l'espèce *prunastri* du genre *Evernia*, décrite d'abord par L. (pour Linné) puis par Ach. (pour Acharius). Certains noms ont été francisés, par exemple *Evernia* est traduit par évernine, *Ramalina* par ramaline, *Peltigera* par peltigère, etc., mais à quoi bon ?

Si un même lichen a pu recevoir des noms différents selon les auteurs, il est également des lichens différents ayant reçu le même nom par des auteurs différents. Il est donc parfois bien nécessaire de préciser les 3 noms : genre, espèce et auteur, pour bien identifier un lichen. On notera que le nom du genre est toujours celui du champignon. Sur le site <http://lichenologue.org/fichiers/liste/Liste.xls> on trouvera la liste des appellations officielles actuelles et des synonymes.

Dans cet exposé, je ne m'intéresserai qu'aux macrolichens, i.e. ceux pour moi, qu'on peut observer à l'œil nu sur divers supports tels que les arbres, les rochers, le sol, ... et parfois même sur des supports assez inattendus comme des carrosseries de vieilles voitures chez un ferrailleur, des tuiles, des bouteilles, du plastique, ... **Attention** : certains auteurs désignent les lichens crustacés sous l'appellation de microlichens.

34 – Où vivent-ils ?

On peut observer des lichens à peu près partout dans la nature, même dans des milieux à priori très hostiles à la vie (déserts arides, toundras glacées des régions polaires, hautes montagnes, estrans, ...), là où aucun végétal ne pousse. Toutefois, les diverses espèces de lichens ont très souvent des exigences écologiques très strictes concernant la nature de leur substrat, l'environnement chimique dans lequel ils se développent, l'éclairement, les conditions climatiques, ...

341 – les substrats

Selon la nature du support naturel usuel, qu'on appelle substrat, les lichens sont dits :

- **corticoles** : sur écorces. On distingue le cas des feuillus de celui des résineux. La texture de l'écorce joue également un rôle important, elle peut être lisse (comme celle du charme, du noisetier, ...) ou fissurée (comme celle de chêne, de l'érable, du frêne, ...). Ce substrat est très fréquent.
- **lignicoles** : sur bois nus, le plus souvent mort (vieilles poutres, traverses de voie ferrée, ...).
- **foliicoles** : sur feuilles et branchettes chlorophylliennes de végétaux à feuillage persistant, notamment de *Buxus sempervirens*. Ce substrat est assez rare.
- **musciholes** : sur mousses.
- **lichenicoles** : sur lichens. Il arrive parfois que la spore du champignon d'un lichen atterrisse sur un autre lichen auquel elle emprunte l'algue afin de constituer un nouveau lichen qui est alors dit lichénicole.
- **saxicoles** ou **rupicoles** : sur roches. Ils sont soit **calcicoles** (cas des roches calcaires) soit **silicicoles** (cas des roches siliceuse : granit, gré, basalte, ...), ou indifférents.
- **terricoles** : sur sols nus. Ils peuvent être **arénicoles** (sur sable) ou non.
- ...



Photo 8 : *Physcia adscendens* sur *Buxus sempervirens*
Ce lichen est donc occasionnellement foliicole.

Dans les trois premiers cas, lorsque le substrat est vivant, on les qualifie encore d'**épiphytes**. Certaines espèces peuvent être rencontrées aussi bien sur des rochers que sur des arbres. Cette diversité des supports montre que les lichens sont en général sans dommage pour les hôtes qui les hébergent comme les arbres par exemple, c'est-à-dire qu'ils n'en sont pas des parasites. Toutefois ils constituent des abris naturels, des pépinières, pour de nombreux insectes (à l'état larvaire) qui eux peuvent être de vrais parasites de leur hôte arbre. Aussi il est habituel de ne pas laisser les lichens trop se propager sur les arbres fruitiers. Mais il semble que ce soit plus pour une raison d'esthétique que de santé de l'arbre.

Les lichens utilisent également des supports artificiels pour lesquels il n'y a pas de qualificatifs particuliers.



Photo 9



Photo 10

Les photos 9 et 10 ci-dessus ont été réalisées sur la passerelle métallique qui enjambe la voie ferrée derrière le stade intercommunal de Frouard-Pompey en Meurthe-et-Moselle. On peut y observer plusieurs espèces de lichens (*Xanthoria parietina*, *Physcia adscendans*, *Physcia caesia*, ...) qui prolifèrent sur la couche de peinture au plomb (minium : Pb_3O_4 , ce produit n'est plus utilisé en raison de sa haute toxicité) chargée de protéger ladite passerelle de la corrosion naturelle.



Photo 11

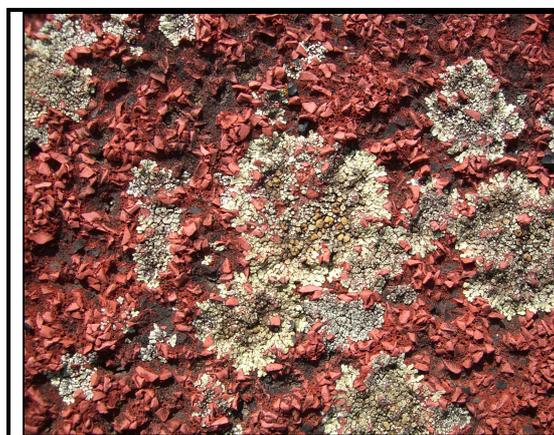


Photo 12

Les photos 10 et 11 ci-dessus ont été réalisées sur la piste synthétique (en tartan : agglomérat d'amiante, de résine polyuréthane et de granulés de caoutchouc) de course du stade intercommunal de Frouard-Pompey en Meurthe-et-Moselle. On peut remarquer les taches blanc jaunâtre sur le bord gauche de la piste (photo 11), dues aux lichens (photo 12, *Lecanora*), ... Sur le bitume des trottoirs dans les villes, on rencontre également souvent des *Lecanora muralis* que l'on confond avec des chewing-gum écrasés.

Il convient également de noter que les lichens développant certains acides spécifiques peuvent laisser des traces indélébiles sur leurs hôtes (monuments funéraires par exemple).

342 – L'environnement chimique

Selon la nature chimique (pH) de leur substrat ou de leur environnement préférentiel, ils sont dits **acidophiles** (si $pH < 7$), **basophiles** si ($pH > 7$), **neutrophiles** (si $pH = 7$), **nitrophiles** (qui affectionnent les milieux riches en matières azotées, en dioxyde d'azote) ou **nitrophobes** (qui fuient ces milieux), **calcicoles** (qui affectionnent les milieux riches en calcium) ou **calcifuges** (qui fuient ces milieux), **silicicoles** (qui affectionnent les milieux riches en dioxyde de silicium SiO_2), **halophile** (qui affectionnent un environnement salé, voir plus loin les « lichens marins »), ...

Les écorces ont un pH variable selon l'espèce considérée. Ainsi le pH de l'écorce fraîche d'épicéa varie de 5 à 6, celle de pin varie de 3 à 7, celle du hêtre est de l'ordre de 5,0, ...

Attention : en géologie, les roches magmatiques sont classées en roches acides, neutres, basiques, ou ultrabasiques selon leur teneur en SiO_2 comme l'indique le tableau :

% SiO ₂	roches	Exemples
Supérieur à 65 %	Acides	Granit, quartz, ...
De 52 à 65 %	Neutres	Feldspath, ...
De 45 à 52 %	Basiques	Basalte, ...
Inférieur à 45 %	ultrabasiques	Roches plutoniques

343 – L'éclairement

Selon l'intensité lumineuse qu'ils préfèrent ils sont dits **photophiles** (qui affectionnent les milieux lumineux), **héliophiles** (qui affectionnent les milieux ensoleillés), **sciaphiles** (qui affectionnent les milieux ombragés), ... Les lichens dits sciaphiles, sont le plus souvent des lichens qui recherchent l'humidité. La lumière est un élément essentiel pour le bon fonctionnement de la fonction chlorophyllienne de l'algue, aussi dans les forêts les lichens affectionneront plutôt les cimes des grands arbres ce qui les rend peu visibles et surtout inaccessibles.

344 – Les conditions climatiques

3441 – étages de végétation

On observe des lichens depuis les bordures de mer, voire même dans les estrans (zones inondées à marée haute et exondées à marée basse), jusqu'aux plus hauts sommets des montagnes. La France est un pays à climat globalement tempéré avec des variantes régionales impliquant des flores lichéniques variées. Le climat lorrain est qualifié d'océanique dégradé à influence continentale (cf. Wikipédia). Certains lichens des zones atlantiques ou méditerranéennes y sont évidemment absents.

D'une manière générale, pour la flore dans les régions tempérées, on considère plusieurs étages de végétation en fonction de l'altitude et de la végétation qu'on y rencontre :

- **étage collinéen** : jusqu'à 800 – 1000 m d'altitude. C'est dans cet étage que se situe la Lorraine en grande partie.
- **étage montagnard** : étage des forêts de feuillus et de sapins.
- **étage subalpin** : étage des grandes forêts d'épicéa.
- **étage alpin** : il n'y a plus d'arbres, c'est le cas par exemple du Honneck (1374 m).
- **étage nivéal** : il n'y a même plus d'herbes, la flore est essentiellement constituée de mousses et de lichens. Cet étage est absent en Lorraine.

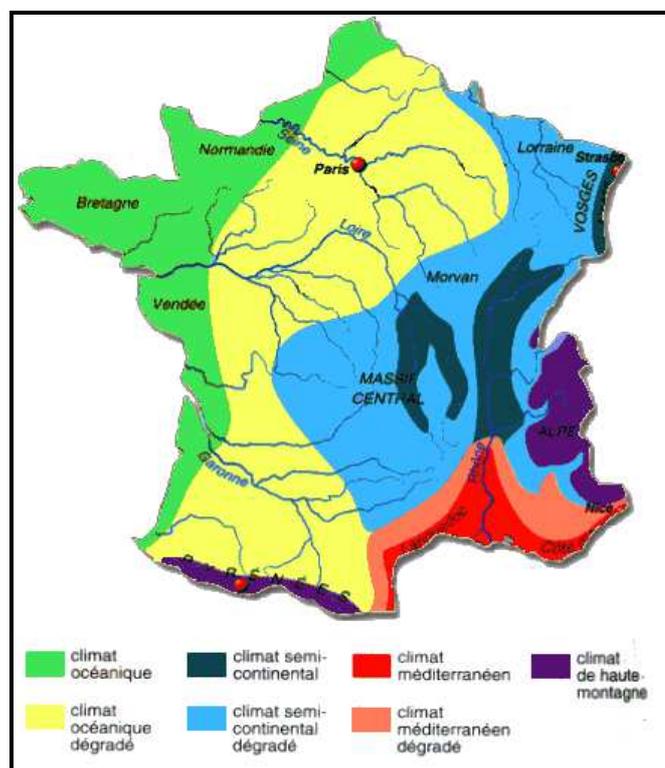


Fig. 3 : carte des zones climatiques de France

3442 – lichens marins ou maritimes

En Bretagne au bord de l'océan atlantique croissent de nombreux lichens dits marins ou maritimes et dont le site <http://www.lichensmaritimes.org> fait une excellente description. Je le conseille à tous les lichénologues amateurs qui iront passer leurs vacances en Bretagne. Pour résumer, les lichens définissent en Bretagne des ceintures colorées selon leur implantation relativement au niveau moyen des hautes mers :

- ceinture grise des balanes: zone découverte seulement lors des marées basses des grandes marées où on ne trouve que des coquillages (balanes, patelles, ...) mais rarement de lichens qui

ne supportent en général pas l'immersion prolongée. *Lichina pygmaea* est un des rares lichens à tolérer une immersion d'une certaine durée et qu'on y trouve.

- ceinture noire des lichens : zone des *Verrucaria* (syn. *Hydropunctaria*)
- ceinture jaune/orange des lichens
- ceinture grise des lichens
- ceinture blanche



Photo 13 : ceintures colorées de lichens



Photo 14 : *Hydropunctaria maura*

Très pratiques pour le botaniste amateur, ces ceintures ont reçu des dénominations plus précises par les scientifiques :

- 1- zone sublittorale : correspond à la ceinture grise des balanes, émergée seulement lors des marées basses de grandes marées. On n'y trouve aucun lichen.
- 2- zone littorale : correspond à la zone des marées normales
 - o zone eulittorale : au dessous du niveau moyen des marées. On y trouve les premiers lichens.
 - o frange littorale : au dessus du niveau moyen des marées Correspond à la ceinture noire des *Verrucaria*.
- 3- zone supralittorale : zone submergée seulement lors des marées hautes de grandes marées
 - o zone mésique :
 - . zone mésique pure : zone basse correspondant à la ceinture orange des *Caloplaca*.
 - . zone submésique : zone haute correspondant à la ceinture jaune des *Xanthoria*
 - o zone xérique : zone des projections d'eau salée correspondant à la ceinture grise des lichens et à la ceinture blanche.
- 4- zone aérohaline : zone où commence la végétation
- 5- zone océanique : zone où commencent les espaces boisés des bords de mer.

3443 – lichens aquatiques

Certains lieux sont assez régulièrement tantôt immergés (bords de rivière, parois d'écluses, ...) tantôt émergés. Ils abritent des lichens très spécifiques que l'on désigne sous le nom de lichens aquatiques parmi lesquels on trouve des *Verrucaria* et des genres voisins (selon Francine MOLITOR et Paul DIEDERICH in Bull. Soc. Nat. Luxemb. 98 (1997) pp. 69 – 92). La thèse <Ecologie et fonctionnement des communautés lichéniques saxicoles-hydrophiles> soutenue en 2011 à l'Université de Toulouse par Clothier COSTE contient des clés (scientifiques) de détermination de ces lichens.

35- Comment se reproduisent-ils ?

La reproduction des lichens a lieu de deux façons :

- reproduction asexuée par bouturage :

o quand ils sont bien secs, ils sont cassés par les animaux, les tempêtes, ..., le vent en emporte les morceaux qui éventuellement « reprennent vie ailleurs ». C'est la voie dite végétative par essaimage accidentel.

o ils expulsent par des déchirures de leur « peau », des morceaux, des boutures, que le vent emporte ... C'est encore la voie végétative, mais par essaimage naturel.

- reproduction sexuée du champignon :

le champignon qui les compose, émet des spores (emportées ailleurs par le vent) qui produisent des hyphes germinatives, lesquelles tentent de « capturer » le partenaire algal adéquat pour reconstituer le lichen initial sinon meurent en général en cas d'échec (exceptionnellement, la spore donnera naissance à un champignon autonome). Parfois, lorsque la spore se dépose sur un autre lichen, l'hyphe germinative utilise le phycobiotte du lichen sous jacent. Le lichen qui en résulte est qualifié de lichénicole.

Nous reviendrons plus loin (in 4222 p. 31) sur les modes non accidentels de reproduction des lichens.

Une forte loupe (x2 à x10) voire un microscope de botaniste (x20 à x40) rendra de grands services pour les examens et déterminations des échantillons. Il sera parfois nécessaire d'examiner les spores donc d'utiliser un microscope assez puissant (x1000 au moins). L'utilisation de quelques réactifs chimiques, permettra de confirmer ou infirmer les résultats de la détermination.

L'utilisation d'une base de photographies rendra également les plus grands services.

36- Quel est (ou a été) leur usage ?

361 – Substances lichéniques - Toxicité

Les lichens produisent des substances spécifiques (appelées acides, ...) synthétisées par le mycobionte en présence exclusivement du photobionte. Actuellement on en a reconnu plus de 700, ayant des propriétés intéressantes (antibiotiques, maintient de l'équilibre hydrique, protection contre les métaux lourds, ...) et permettant des applications diverses.

Certaines de ces substances peuvent d'ailleurs être très toxiques ; c'est le cas par exemple de l'acide vulpinique produit par *Letharia vulpina*. Ce lichen a été utilisé autrefois pour empoisonner les appâts (auxquels on le mêlait) destinés aux loups et renards (d'où le nom de l'espèce, en latin, *vulpes* désigne le renard) ; l'acide vulpinique provoque des troubles respiratoires entraînant la mort. Parmi d'autres lichens à toxicité reconnue on doit noter : *Cetraria pinastri*, *Xanthoparmelia chlorochroa*, ...

362 – Usage médical

Les lichens, comme beaucoup d'autres plantes, ont souvent été utilisés dans le passé pour soigner diverses affections sans aucune étude scientifique sérieuse, en vertu seulement de la « Théorie des Signatures » due à l'alchimiste, astrologue, médecin suisse Philippus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim (allias PARACELSE 1493-1541).

Ainsi par exemple *Lobaria pulmonaria* a été utilisé pour soigner des affections pectorales en vertu de la ressemblance de la surface de son thalle avec des alvéoles pulmonaires (ce qui justifie seulement son nom). Cette « plante » est encore conseillée sur de nombreux sites internet d'herboristes (chercher « pulmonaire du chêne » avec GOOGLE) pour soigner diverses affections (difficultés respiratoires, bronchite, toux, ...). Astringente, tonique, elle est encore utilisée, semble-t-il en homéothérapie. Elle figurait encore en 2009 au catalogue de vente de la Maison des Plantes, 20 rue Gubernatis, 06000 NICE.

Selon une étude sérieuse : H. SULEYMAN, F. ODABASOGLU, A. ASLAN, A. CAKIR, Y. KARAGOZ, F. GOCER, M. HALICI et Y. BAYIR / Anti-inflammatory and antiulcerogenic effects of the aqueous extract of *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. / PHYTOMEDICINE 10 (6-7) : 552-557 2003, ce lichen aurait des propriétés hémostatiques, cicatrisantes, antimicrobiennes et antiulcéreuses statistiquement démontrées (étude par Analyse de la Variance Multifactorielle) !



Photo 15 : *Lobaria pulmonaria* sur un vieux chêne de la Forêt de la Reine dans le Toulinois.

Si *Lobaria pulmonaria* possède ainsi des propriétés médicales aujourd'hui reconnues car clairement établies, par contre on peut réellement douter de l'efficacité pour guérir l'épilepsie, des thalles de *Parmelia saxatilis* se développant sur les crânes des pendus (d'où leur nom en ce temps là de *Muscus cranii*), comme cela était recommandé au XVe s.

De très nombreux lichens contiennent des substances antibiotiques, mais en quantités trop insuffisantes pour être réellement exploitables. En fait, ce qui est intéressant ici, c'est la découverte de nouvelles molécules efficaces que l'on peut ensuite reproduire industriellement.

Le décret n°2008-841 du 22 août 2008 fixe la liste des 148 plantes médicinales inscrites à la pharmacopée française en vente libre. *Cetraria islandica* (appelé « mousse d'Islande ») est le seul lichen à y figurer. Il est utilisé comme antiémétique, tonique, stimulant et anticatarrhal.

363 - Usage alimentaire

Dans le grand nord (Canada, Laponie, Sibérie, ...) *Cladonia stellaris* reste en hivers la seule nourriture pour alimenter les troupeaux de cervidés (élan, caribou, renne, ...). Linné avait attribué la dénomination de *Cladonia rangiferina* (ce qui signifie « des rennes ») à tous les lichens voisins de *C.s.* Ce lichen (*C.r.*), malgré son nom, en raison de son amertume due à l'acide fumarprotocétrarique qu'il contient n'est pas consommé par les rennes. Au Tibet et en Mongolie, les lichens sont également une ressource alimentaire essentielle pour les yacks.

En Bretagne, *Lichina pyraea* est la principale nourriture de la littorine bleue (*Melarhapha neritoides*, gastéropode du bord de l'atlantique).

Certains lichens épiphytes et saxicoles sont aussi une source alimentaire pour de nombreux papillons de nuit ou leurs chenilles (Lithosies, Phalènes, ...). *Evernia prunastri* par exemple alimente la chenille de la Nole-capuchon. En détruisant les lichens des arbres c'est un maillon de la chaîne alimentaire que l'on détruit, et donc une atteinte à la biodiversité !

Il existe bien quelques rares recettes inuites, ou islandaises ou laponnes ou japonaises utilisant certains lichens comme composants, mais elles n'ont pas encore rejoint les manuels culinaires occidentaux. On peut considérer que les lichens n'ont plus d'usage aujourd'hui en alimentation humaine. *Cetraria islandica* doit son nom au fait qu'il était de consommation courante en Islande.

364 - Usage industriel

Certains lichens contiennent des pigments utilisés encore aujourd'hui par l'industrie artisanale tinctoriale dans plusieurs pays, notamment en Ecosse pour teinter les laines des tartans (tissus de laine utilisés pour la fabrication des kilts). Ainsi par exemple l'orseille est un colorant rouge violet que l'on extrait surtout de *Rocella fuciformis* en utilisant de l'ammoniaque (qui remplace aujourd'hui l'urine utilisée autrefois). Ce lichen pousse surtout en bord de mer.

En parfumerie, pour la fabrication des parfums « Chypre » ou « Cuir de Russie » on utilisait des thalles d'*Evernia prunastri* (voir photo 21 page 23) ou de *Pseudevernia furfuracea*. Soupçonnés toutefois de développer des substances allergisantes, ils sont soumis aujourd'hui à une réglementation internationale interdisant leur usage en parfumerie.



Photo 16 : *Pseudevernia furfuracea* sur un piquet de clôture de parc dans le Vercors.

En cosmétologie, on envisage aujourd'hui leur utilisation pour la production de véritables « écran total ».

365 – Usage en datation - Lichenométrie

Les lichens sont d'une manière générale à croissance très lente (surtout ceux dits crustacés), qui va de 0.2 mm à 2 cm par an, et de grande longévité (plusieurs milliers d'années pour certains *Rhizocarpon* en régions arides). Sur des monuments funéraires (en marbre ou en granit) dont la date d'édification est connue (certains d'entre eux pouvant être très anciens : plusieurs centaines d'années, voire milliers) on observe des lichens crustacés d'une espèce donnée et on met en relation le grand axe, encore appelé diamètre extérieur du thalle (i.e. : diamètre du cercle circonscrit au thalle), des plus

gros lichens avec l'âge dudit monument. On construit alors ce qu'on appelle la courbe de croissance du lichen.

Au milieu du XXe s. BESCHEL a initialisé cette méthode. Il a construit des abaques pour quelques espèces. Pour avoir une idée de l'ancienneté d'une moraine glaciaire par exemple, il suffit de mesurer les diamètres des plus gros lichens observés sur les blocs de la moraine et d'utiliser les abaques pour en déduire les dates minimales d'apparition desdits lichens, ce qui apporte un renseignement sur l'âge minimal de stabilisation de la moraine. Très critiquée à l'origine, cette méthode de datation appelée **lichenométrie**, a subi de nombreuses améliorations, notamment en ce qui concerne son calibrage (i.e. : l'établissement des courbes) : on doit tenir compte de divers paramètres (climatologie, altitude) de la région d'utilisation. Aujourd'hui elle rend les plus grands services en archéologie (datation de monuments, de temples, ...), en géomorphologie (datation de moraines, de dépôts fluviatiles, ...), ... dans tous les cas où l'absence de résidus organiques rend inopérante la méthode dite du « carbone 14 ».



Photo 17 : *Rhizocarpon geographicum*, ce lichen affectionne les roches siliceuses (granits, schistes) en site ouvert, ensoleillé.

L'exemplaire de la photographie ci-dessus, vit sur un rocher granitique rapporté des Hautes Vosges et déposé au Jardin Botanique de Nancy en Meurthe-et-Moselle, région calcaire par excellence. C'est le lichen le plus fréquemment utilisé en lichenométrie.

366 – Usage en écologie

C'est l'usage le plus récent, dont je parlerai plus longuement au chapitre 7 de ce document.

Lobaria pulmonaria est très sensible à la pollution et à l'altération du milieu forestier (abattage des vieux arbres), aussi il est utilisé dans le calcul d'un indice de continuité écologique forestière. Devenu très rare, il est inscrit dans la liste des espèces protégées en Basse et Haute Normandie. L'exemplaire photographié (photo 15 page 20) pousse sur un chêne de la Forêt de la Reine dans le Toulois, protégé par l'ONF.

4 - ELEMENTS MORPHOLOGIQUES ET MACROSCOPIQUES DE DESCRIPTION DES MACROLICHENS

41 - Le thalle

411 - Généralités

C'est l'élément fondamental du lichen, i.e. son appareil végétatif. Les formes qu'il présente ainsi que les organes qu'il porte sont très variés et permettent la détermination morphologique sinon de l'espèce au moins du genre ou seulement de la famille du lichen.

4111 - Types de thalles :

Selon la forme de leur thalle, les lichens sont usuellement répartis en 6 sections : crustacés, squamuleux, foliacés, fruticuleux, complexes ou composites, et gélatineux. Certains auteurs considèrent un 7^e type : lépreux que d'autres incluent dans les crustacés.

Quelques exemples :



Photo 18 : thalle crustacé de *Lecanora muralis*, lichen couramment rencontré sur les murs (d'où son nom), les trottoirs, ...



Photo 19 : thalle squamuleux primaire de *Cladonia coniocraea*, lichen fréquent sur les vieilles poutres, traverses de chemin de fer, ...



Photo 20 : thalle foliacé corticole de *Flavoparmelia caperata* [-----5 cm-----]



Photo 21 : thalle fruticuleux épiphyte de *Evernia prunastri* [-----5 cm-----]



Photo 22 : thalle composite de *Cladonia chlorophaea*

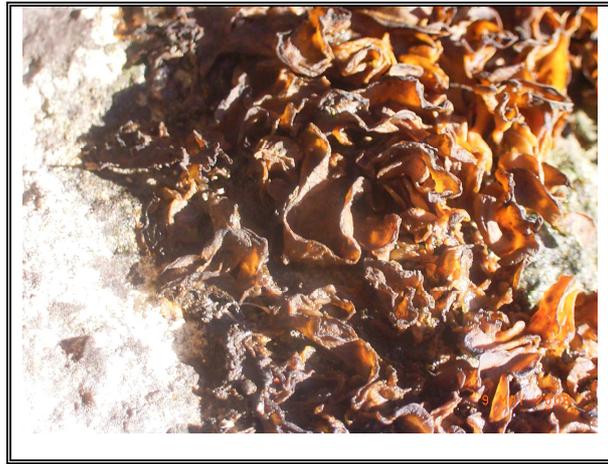


Photo 23 : thalle gélatineux de *Collema cristatum*

Cette classification est évidemment très suggestive. Si la plupart des lichens ont un thalle clairement identifié de l'un de ces types, il n'en est pas de même pour tous. Il est des lichens dont le thalle appartient plus ou moins à plusieurs types en même temps. Aussi certains lichens ont-ils été rangés dans un type par certains auteurs et dans un autre type par d'autres auteurs ... la frontière, par exemple, entre les thalles crustacés et les thalles foliacés est assez floue.

4112 - Structures de thalles :

L'examen au microscope de coupes transversales de thalles conduit à les classer en 2 grandes familles :

- les thalles homéomères dans lesquels les hyphes fongiques et les cellules algales sont mêlés et répartis sans organisation dans tout le thalle. C'est le cas des thalles gélatineux.

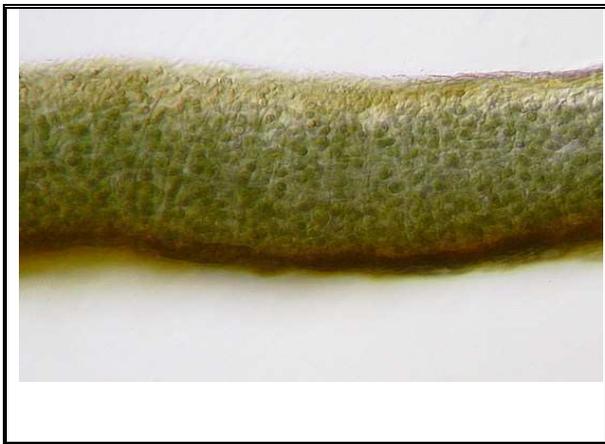


Photo 24 : coupe d'un thalle gélatineux de *Collema flaccidum*

(Photo 24 du naturaliste français André ADVOCAT avec son aimable autorisation)

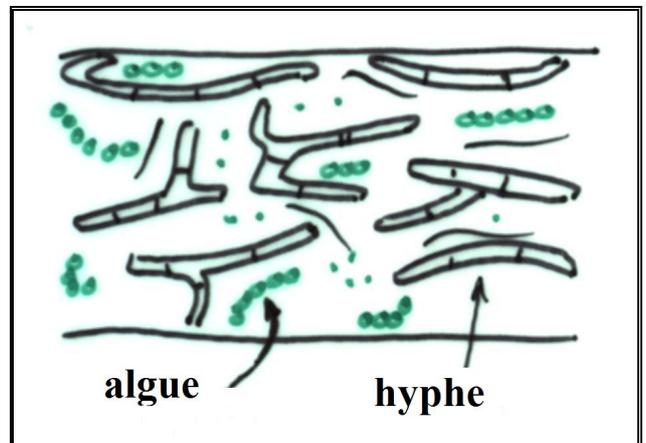


Figure 4 : thalle homéomère

- les thalles hétéromères dans lesquels les hyphes fongiques et les cellules algales définissent des couches bien différenciées et organisées selon deux structures :

o structure stratifiée : cas des thalles foliacés par exemple

- . un cortex supérieur composé d'hyphes fongiques très serrées
- . une couche algale

- . une médulle composée d'hyphes fongiques plus lâches

- . un cortex inférieur composé d'hyphes fongiques très serrées

o structure radiée : cas des thalles fruticuleux en tiges par exemple

- . un cortex extérieur composé d'hyphes fongiques très serrées

- . une couche algale
- . une médulle composée d'hyphes fongiques plus lâches
- . le cœur de la tige peut être creux, plein ou garni d'un cordon axial

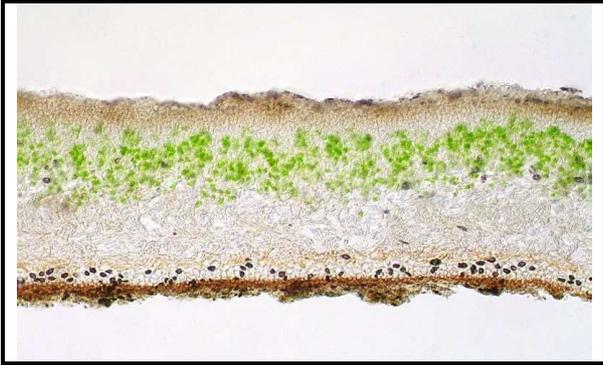


Photo 25 : coupe d'un thalle foliacé
(Photo 25 du naturaliste allemand Ralph WAGNER avec son aimable autorisation)

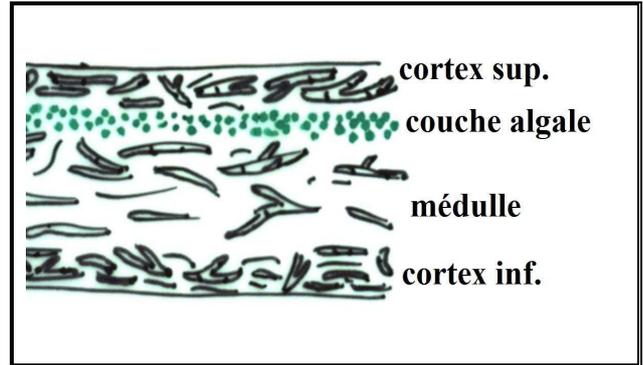


Figure 5 : thalle hétéromère stratifié

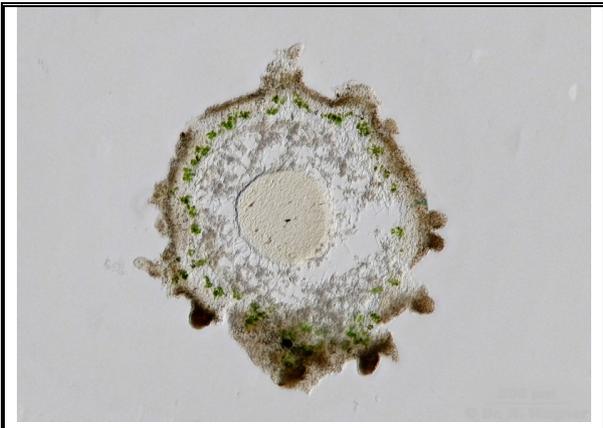


Photo 26 : coupe du thalle fruticuleux en tige d'une *Usnea*
(Photo 26 du naturaliste allemand Ralph WAGNER avec son aimable autorisation)

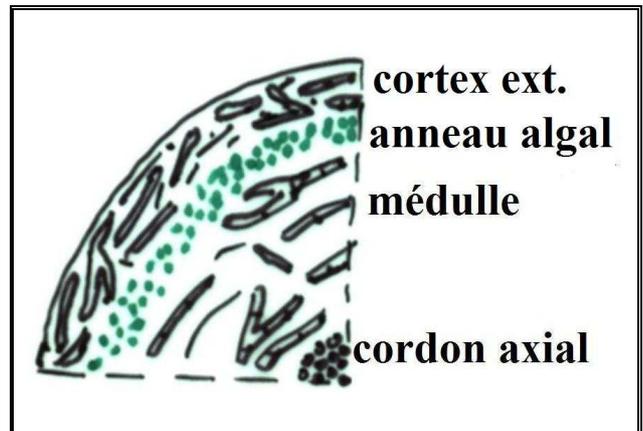


Figure 6 : thalle hétéromère radié d'*Usnea*

412 - Th. crustacés

Les thalles crustacés sont entièrement incrustés dans le support dont ils épousent les moindres interstices et sur lequel ils forment une sorte de croûte, d'où leur nom. On ne peut les en détacher sans toucher au dit substrat. Le lichen forme alors des taches sur le support. Ce sont les plus répandus et on estime que 4 lichens sur 5 sont de ce type.

Les lichens crustacés corticoles se développent parfois sous l'épiderme de l'écorce dans laquelle ils sont totalement immergés. On les dit alors endosubstratiques (ou simplement immergés) par opposition à ceux qui recouvrent simplement le substrat (c'est le cas des lichens crustacés saxicoles) et qu'on dit épisubstratiques.

A leur pourtour les thalles crustacés peuvent être lobés (le lichen est alors dit placodiomorphe) voire lobulés (si les lobes sont eux mêmes lobés), ce qui détermine 2 sous-sections :

Th. crustacé	Lobé
	Non lobé

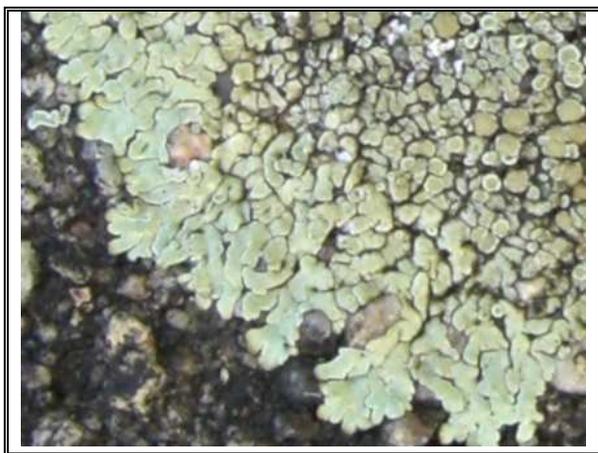


Photo 27 : thalle crustacé lobé de *Lecanora muralis* [-----] 1 mm



Photo 28 : thalle crustacé non lobé de *Graphis elegans* [----] 1 mm

Le thalle de *Graphis elegans* (photo 12) est immergé dans l'écorce. On dit qu'il se fond avec le support, son contour n'est pas nettement délimité, il est évanescent.

Les thalles crustacés sont plus ou moins continus.



Photo 29: thalle crustacé continu de *Pertusaria albescens* [-----] 1 cm



Photo 30 : thalle crustacé non continu de *Rhizocarpon lecanorinum* [-----] 1 mm

Chantal VAN-HALUWIN qualifie le pourtour du thalle de « manteau d'huitre »

Ils sont souvent plus ou moins parcourus de fines fissures. Ils sont alors dits fendillés.

Quand ces fissures sont un peu plus profondes et qu'elles dessinent une sorte de maillage délimitant des petits compartiments plus ou moins polygonaux ou plus ou moins arrondis et de tailles variées, le thalle est dit :

- aréolé si ces compartiments ont un diamètre de l'ordre de 1,5 mm,
- verruqueux si les compartiments mesurent de 0,5 à 1,5 mm de large et sont plutôt arrondis à surfaces convexes
- granuleux si les compartiments mesurent de 0,2 à 0,5 mm de large et forment des petits grains.
- lépreux si le thalle est formé de minuscules granules, de 0,1 à 0,2 mm.

Ce dernier cas est un peu particulier, ce qui conduit certains auteurs à le considérer comme une 7^e section intermédiaire entre les crustacés et les squamuleux.



Photo 31 : thalle crustacé aréolé de *Aspicilia calcarea* [-----] 1 cm



Photo 32 : thalle crustacé verruqueux de *Pertusaria pertusa* [-] 1 mm



Photo 33 : thalle crustacé granuleux de ?



Photo 34 : thalle crustacé lépreux de *Lepraria incana*

Les limites des thalles sont parfois bien marquées par une ligne noire luisante (voire blanche) ou feutrée qu'on appelle hypothalle (cf. photo 24). Cet hypothalle est en fait une sous-couche sous le lichen qui peut apparaître entre les aréoles.

413 - Th. squamuleux

Le thalle est dit squamuleux lorsqu'il est constitué de petites écailles ou squamules larges de 2 à 3 mm, voire 5 à 6 mm, (au-delà du cm ce sont des feuilles, le thalle est alors dit foliacé) serrées les unes contre les autres, plus ou moins imbriquées voire se chevauchant, et plus ou moins fixées au substrat.

414 - Th. foliacés

Le thalle est foliacé lorsqu'il a l'aspect d'une feuille posée sur le support auquel il est parfois fixé par des crochets, des crampons ... appelés rhizines. Lorsque ces rhizines sont regroupées en un seul endroit, le point de fixation au support est unique, il constitue une sorte de pied appelé ombilic, on dit alors que le thalle est ombiliqué. Sinon, il est dit non-ombiliqué. En général sur la face supérieure, à cet ombilic correspond une petite dépression.

Là aussi, on considère 2 sous-sections :

Thalle. foliacé	Ombiliqué
	Non ombiliqué



Photo 35 : thalle foliacé ombiliqué de ?



Photo 36 : thalle foliacé non ombiliqué de *Peltigera canina* [-] 1 cm

On remarquera en dessous du thalle retourné de *Peltigera canina* les nombreuses rhizines blanches (voir plus loin) qui assurent la fixation du lichen au support.

Le thalle est le plus souvent marqué à son pourtour et à l'intérieur d'incisions plus ou moins profondes définissant des lobes. Ces lobes pouvant comporter eux-mêmes des lobules. Ces éléments peuvent être plus ou moins larges ou étroits à bords parallèles. Ils peuvent être arrondis, tronqués, ou découpés. L'ensemble forme ce qu'on appelle une rosette.



Photo 37 : on remarquera les lignes noires d'hypothalle délimitant les exemplaires de *Lecidella elaeochroma* [-----] 1 cm

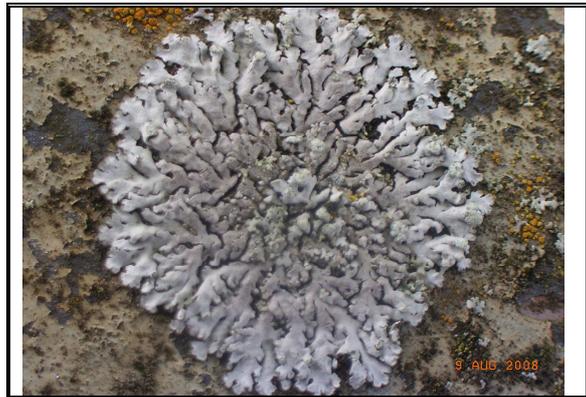


Photo 38 : thalle en rosette de *Physia caesia* [-----] 1 cm

415 - Th. fruticuleux

Le thalle est dit fruticuleux lorsqu'il a l'aspect d'un buisson constitué de lanières ou de tiges. Selon les cas on dira qu'il est en lanières ou en tiges. D'où 2 sous sections :

Thalle fruticuleux

En lanières

En tiges

Il peut être dressé (on dit aussi érigé, dans ce cas il pousse perpendiculairement au support) ou plaqué ou pendant au support. Ces lanières ou tiges peuvent également être ramifiées ou simples, etc.



Photo 39 : th. fr. en lanières dressées de *Evernia prunastri*



Photo 40 : th. fr. en lanières pendantes de *Ramalina fraxinea*

Dans le cas des thalles fruticuleux en lanières, les faces d'une lanière peuvent être identiques ou différentes. Dans ce dernier cas on distingue alors la face supérieure ou interne de la face inférieure ou externe.

Dans le cas des thalles fruticuleux en tiges, celles-ci peuvent être creuses ou pleines, contenir un cordon axial ou non.



Photo : 41 th. fr. en tiges dressées de *Usnea lapponica* (?)



Photo 42 : th. fr. en tiges pendantes de *Usnea subfloridana* (?)

416 - Th. complexes ou composites

Le thalle est dit complexe (ou composite) lorsqu'il est composé de 2 parties :

- un thalle squamuleux ou crustacé, non permanent, dit primaire, sur lequel pousse
- un thalle fruticuleux dressé, dit secondaire, constitué de petites coupes (sortes de verres à pied) appelées scyphes ou de tiges ramifiées creuses appelées podétions.

Le thalle primaire n'est pas toujours présent, il disparaît souvent avec le temps.



Photo 43 : thalle complexe à scyphes de *Cladonia chlorophaea*



Photo 44 : thalle complexe à podétions de *Cladonia rangiferina*

417 - Th. gélatineux

Lorsque le thalle à l'état humide est très souple en ayant un aspect plus ou moins translucide, on le dit gélatineux. Le phytosymbiote est alors une cyanobactérie (*Nostoc*).



Photo 45 : thalle gélatineux de *Collema cristatum*

42 - Les principaux organes portés par le thalle

421 - Généralités

Deux types d'organes peuvent orner le thalle :

- reproducteurs : ce sont évidemment les plus importants fonctionnellement, et
- non reproducteurs : aux fonctions parfois encore mal connues.

Ils caractérisent souvent les espèces et sont des éléments macroscopiques importants pour leur détermination.

422 - Organes de reproduction

En dehors de leur reproduction par dissémination accidentelle (fragments accidentels de lichen sec emportés par le vent), les lichens peuvent se reproduire de 2 façons :

- dissémination naturelle au gré du vent du complexe lichénique en entier (on parle de reproduction végétative) c'est le rôle des isidies et des soralies. C'est une forme de bouturage.
- reproduction du partenaire fongique seul, c'est le rôle des ascocarpes qui comprennent les apothécies et les périthèces.

Le partenaire chlorophyllien (photobionte ou phycobionte) n'a plus quant à lui, cette possibilité de se reproduire, i.e. qu'il ne se reproduit qu'en dehors de toute association lichénique.

4211 - Organes de reproduction du complexe lichénique

(1) Les isidies

Ce sont de petites protubérances produites par le thalle, qui contiennent les deux partenaires, et qui finissent, à l'état sec, par se détacher du thalle pour aller au gré du vent reproduire le lichen par bouturage en un autre endroit favorable. Elles sont de diverses formes : cylindriques, sphériques, claviformes (en forme de massue), squamiformes, coralloïdes, pastilliformes, ...

En général elles sont nombreuses et de même couleur que le thalle. Elles peuvent porter de petites soralies à leurs sommets ; elles sont alors dites soralifères.



Photo 46 : isidies cylindriques laminales de *Pseudevernia furfuracea* [----] 1 cm



Photo 47 : soralies capitiformes terminales d'*Hypogymnia tubulosa* [----] 1 cm

(2) Les soralies

Ce sont des amas farineux constitués de granules (appelés sorédies) contenant les deux partenaires du lichen. Elles sont de diverses formes : capitiformes (en forme de petites boules, de têtes ; caput en latin), labriformes (en forme de lèvres ; labrum en latin). Elles peuvent se développer sur le thalle (laminales ou faciales) sur le bord du thalle (marginales), ou à l'extrémité du thalle (terminales). Là encore, c'est le vent qui procède à leur dispersion.

Elles peuvent porter des isidies et sont alors dites isidifères.

Le thalle qui porte des soralies est dit sorédié.

4222 - Organes de reproduction du mycobionte ou ascocarpes

(1) Les apothécies :

Ce sont les organes de reproduction sexuée par excellence du mycobionte.

Elles peuvent être de diverses formes :

- de boules vivement colorées (rouges ou marrons), aux extrémités des thalles (je les dirai capitiformes).
- de segments curvilignes noirs plus ou moins ramifiés ou étoilés, semblables à des caractères runiques. Dans ce cas on parle de lirelles.
- de disques qui peuvent être concaves, plats ou convexes. Ces disques sont entourés d'un rebord. Selon la couleur de ce rebord l'apothécie est dite :
 - . lécidéine si la couleur du rebord est identique à celle du disque, différente de celle du thalle. On parle alors de rebord propre.
 - . lécanorine si la couleur du rebord est identique à celle du thalle, différente de celle du disque. On parle alors de rebord thallin.
 - . zéorine si l'apothécie a les deux types de rebord : rebord propre à l'intérieur et thallin à l'extérieur. On parle de rebord double.

Elles peuvent être plus ou moins enfouies dans le thalle, ou être saillantes voire pédicellées (i.e. munie d'un petit pied) et dans ce cas avoir la forme d'un entonnoir, d'un petit verre à pied ... Attention alors de ne pas les confondre avec des scyphes (voir §316).



Photo 48 : apothécies capitiformes terminales de *Cladonia macilenta* I-----I 2 mm



Photo 49 : lirelles de *Graphis elegans* I-----I 1 cm

Dans le cas de certains lichens dont les apothécies sont à disques convexes, le rebord tend à se réduire au profit du disque qui gonfle jusqu'à devenir capitiforme. Les petites boules brun rouges qu'on observe par exemple au sommet des podétions dressés de *Cladonia rangiferina* (cf. photo 31) sont de ce type.

Dans le cas de certains lichens dont les apothécies sont à disques concaves, c'est l'inverse qui se produit : le rebord l'emporte sur le disque qui se trouve progressivement enfermé à l'intérieur d'une sorte de verrue avec un ou plusieurs petits orifices. L'apothécie est alors qualifiée de pérythécoïde. Ce

n'est pas un pérythèce (voir ci-après). Les verrues que l'on observe par exemple sur le thalle de *Pertusaria pertusa* (cf. photo 19) sont des apothécies pérythécoïdes.



Photo 50: apothécies en disque lécanorines de *Xanthoria parietina* [-----] 1 cm



Photo 51 : apothécies en disque pédicellées de *Ramalina fraxinea* [-----] 1 cm



Photo 52 : coupe d'une apothécie de *Phaeophyscia orbicularis* par le naturaliste français André ADVOCAT, avec son aimable autorisation.



Figure 7 : coupe d'une apothécie en disque
 1 : épithécium
 2 : hyménium
 3 : sous hyménium
 4 : hypothécium
 5 : excipulum (parathécium ou amphithécium)

(2) Les périthèces :

Ce sont d'autres organes de reproduction du mycobionte (mais asexués), en forme de petites poires plus ou moins enfoncées dans le thalle et à l'intérieur desquelles on trouve des asques avec des spores du champignon.



Photo 53 : par Gregory AGNELLO in « Un peu de lichénologie ne fait pas de mal », de la coupe d'un périthèce réalisée par Chantal VAN-HALUWIN. Avec son aimable autorisation.

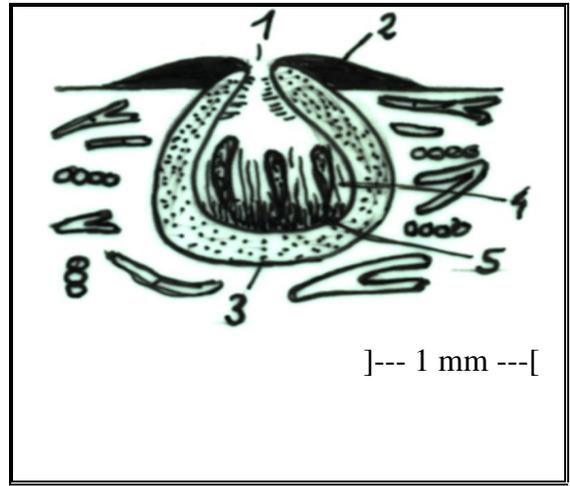


Figure 8 : coupe d'un périthèce
 1 : ostiole
 2 : involucrellum
 3 : excipulum (ou pyrénium)
 4 : hyménium avec asques et spores
 5 : sous hyménium

423 - Autres organes

De nombreux autres organes peuvent être observés sur le thalle. Si le rôle de certains est encore mal connu, il semble que d'autres aient un rôle important dans les échanges (minéraux, gaz, eau) entre le lichen et le milieu extérieur.

4231 - Sur la face supérieure du thalle

(1) Les pycnides :

Sortes de minuscules périthèces sans asque mais libérant des conidies dont le rôle est encore mal défini.

(2) Les cils, poils et fibrilles :

Assemblages d'hyphes appelés cils lorsqu'ils se développent sur le pourtour des thalles, poils lorsqu'ils sont épars sur le thalle sur lequel ils peuvent former un tomentum duveteux, et fibrilles lorsqu'ils se développent sur les tiges ou apothécies de certains thalles fruticuleux.



Photo 54 : cils sur le pourtour du thalle d'*Anaptychia ciliaris*



Photo 55 : fibrilles le long d'une tige d'*Usnea subfloridana* [----] 1 mm
 On remarquera également à la base de la tige, le cordon axial blanc interne à la tige.

4232 -Sur la face inférieure du thalle

(1) Les rhizines :

Ce sont de simples crochets de fixation du lichen à son support, composés d'hyphes plus ou moins serrées entre eux et situés sur la face inférieure de certains thalles foliacés. Ce ne sont pas des racines. Chez les plantes, les racines ont en plus du rôle de fixation, un rôle d'absorption de l'eau et des matières minérales contenues dans le sol. Ce qui n'est pas le cas ici. Ces rhizines peuvent être simples, bifides (on dit aussi bifurquées) ou ramifiées (i.e. divisées plusieurs fois) et de diverses couleurs (claires ou sombres).

(2) Les veines :

Boursouflures plus ou moins ramifiées que l'on remarque sur la face inférieure de certains thalles foliacés et dont le rôle est encore inconnu. Ce ne sont pas des vaisseaux comme on en rencontre par exemple chez les plantes qualifiées pour cela de vasculaires. Les lichens sont des êtres non-vasculaires.



Photo 56 : rhizines noires et simples sur la face inférieure de *Parmelia sulcata*



Photo 57 : veines ocrés sur la face inf. blanche de *Peltigera prætextata*

(3) Les cyphelles :

Sortes de petites dépressions arrondies ou elliptiques laissant entrevoir la médulle, et situées sur la face inférieure du thalle. Elles sont diagnostiques du genre *Sticta*.

(4) Les pseudocyphelles :

Fentes plus ou moins en réseau laissant entrevoir la médulle. Elles sont également un élément de la face supérieure.

Etc.

43 – Réaction chimiques - Réactifs

Selon l'espèce, divers acides ou autres produits chimiques sont sécrétés par le mycobionte, permettant de le diagnostiquer en utilisant des réactifs. La réaction, s'il y a, se caractérise par la présence d'une coloration. Les principaux réactifs utilisés sont les suivants :

- la potasse (KOH) notée **K**
- l'eau de javel (ou hypochlorite de sodium, NaOCl) notée **C**
- l'iode (KI) notée **I**
- le paraphénylènediamine noté **P**

On notera par exemple « thalle K+ jaune » pour signifier qu'il y a apparition d'une coloration jaune en réaction au dépôt d'une goutte de potasse sur le thalle et « thalle K- » pour signifier qu'il n'y a aucune réaction.

Parfois on utilise 2 réactifs successifs, ainsi par exemple pour *Pertusaria amara* on a : « KC+ violet » bien qu'on ait : « K- » et « C- ».

Cette technique chimique de détermination a été initialisée par Wilhelm NYLANDER.

Chez certains lichens (*Anaptychia ciliaris* par exemple) le dépôt d'une simple goutte d'eau sur le thalle provoque une très vive coloration en vert. Cela indique la présence de *Chlorococcales* (ordre d'algues vertes de la classe des Chlorophyceae).

Réaction aux UV : certains lichens éclairés par des ultraviolets prennent alors une couleur particulière, c'est le cas par exemple des pour lesquels on observe « UV+jaune »

44 - Fiche de terrain

Lors de la récolte, il est bon de remplir une fiche de terrain du type :

Thalle	Type : Couleur : Taille : Saveur :
Organes non sporifères portés par le thalle	Isidies : Soralies : Autres : (cils, rhizines, veines, scyphèles, pseudoscyphèles, ...)
Organes sporifères portés par le thalle	Périthèces : Apothécies :
Test aux réactifs	Cortex supérieur : Médule : Cortex inférieur :
Ecologie	Substrat : Lieu de la récolte : Date :

Au sujet de la récolte je ferai la petite remarque suivante : un lichen ce n'est pas comme une fleur ou un champignon que l'on cueille et qui repoussera, si le prélèvement a été fait correctement, à la saison suivante voire même plus tôt ; le prélèvement d'un lichen en entier implique sa disparition de l'endroit où on l'a rencontré. Ainsi s'il s'agit d'une espèce isolée, on prive la station d'une espèce qui ne reviendra peut-être jamais ! De plus les lichens sont en général à développement lent qui va de quelques dixièmes de millimètres à quelques centimètres par an. Il y a donc lieu de n'effectuer tout prélèvement pour une éventuelle collection, ou une exposition, ... d'espèces rares, qu'avec parcimonie. Il est sans doute préférable d'effectuer un herbier photographique. C'est cela aussi le respect de la nature.



Photo 59 : *Parmelina tiliacea* sur un vieux tilleul du Parc du château de Brabois à Vandoeuvre en Meurthe-et-Moselle.

5 - CLES ELEMENTAIRES DE DETERMINATION MORPHOLOGIQUE DES GENRES DE MACROLICHENS LES PLUS COURANTS

Les clés que je présente ci-après n'utilisent que les caractères macroscopiques des lichens. Elles sont inspirées des divers ouvrages que je possède. Dans le cas des lichens crustacés ou foliacés formant une rosette on a souvent besoin du lichen entier pour le déterminer.

L'éventuelle colonisation plus ou moins parasitaire de certaines espèces par d'autres, rend parfois incertaine la détermination morphologique. Dans ce cas seul l'examen des spores permet d'être à peu près sûr de sa détermination.

Clés de détermination des sections et sous-sections

- 1 Thalle formant une croûte si fortement adhérente au substrat qu'il est impossible de l'en séparer, même en partie, sans créer de dommages audit substrat :
 - 11 Thalle lobé à son pourtour Section 1 : th. crustacé lobé
 - 12 Thalle non lobé à son pourtour Section 2 : th. crustacé non lobé

- 2 Thalle aisément (ou presque) séparable du substrat, au moins en partie :
 - 21 Thalle en forme d'écailles, de squames Section 3 : th. squamuleux
 - 22 Thalle en forme de lame, de feuille, ... plaquée sur le support :
 - 221 Thalle adhérent au support par un seul point de fixation
Section 4 : th. foliacé ombiliqué
 - 222 Thalle adhérent au substrat d'une autre façon
Section 5 : th. foliacé non ombiliqué
 - 23 Thalle dressé ou pendant, ayant un seul point de fixation au support :
 - 231 Thalle en forme de lanières Section 6 : th. fruticuleux en lanières
 - 232 Thalle en forme de tiges Section 7 : th. fruticuleux en tiges
 - 24 Thalle constitué de 2 parties distinctes, la première (souvent absente) pouvant être une croûte, une squame, une feuille ... , la deuxième (toujours dressée) en forme de verre à pied, ou formant un buisson Section 8 : th. complexe

- 3 Thalle noir, noirâtre ou bleuâtre, en général assez friable à l'état sec ; th. gonflé en une masse ± pulpeuse ou gélatineuse à l'état humide Section 9 : th. gélatineux

Clés simplifiées de détermination des genres

Section 1 : Thalle crustacé lobé (placodiomorphe)

- 11 thalle et/ou apothécies K+ pourpre
 - 111 espèce de préférence terricole, sur sol calcaire Fulgensia
(voire sur mousse, au pied des arbres, ...)
 - 112 espèce saxicole, sur roche calcaire (voire sur ciment) Caloplaca

- 12 thalle et apothécie K-
121

Section 2 : Thalle crustacé non lobé

A rédiger

Section 3 : Thalle squamuleux

A rédiger

Section 4 : Thalle foliacé ombiliqué

- 41 thalle à pustules ovales Lasallia
- 42 thalle sans pustule
 - 421 apothécies lécidéines Umbilicaria
 - 421 présence de périthèces Dermatocarpon

Section 5 : Thalle foliacé non ombiliqué

- 51 cortex supérieur du thalle de couleur jaune ou orange voire rouille
 - 511 thalle K+ pourpre Xanthoria
 - 512 thalle K-
 - 5111 cortex inférieur et médule de couleur jaune Vulpicida
 - 5112 cortex inférieur de couleur blanchâtre Candelaria
- 52 cortex supérieur du thalle d'une autre couleur
 - 521 thalle bordé de larges lobes (> 2 mm) Parmelia
 - 522 thalle bordé de lobes étroits (< 2 mm) à bords parallèles
 - 5221 thalle en rosette, gris, blanc ou brunâtre Physcia
 - 5222 thalle +/- dressé en lanières allongées, ciliées Anaptychia

Section 6 : Thalle fruticuleux en lanières

- 61 lichen essentiellement terricole
 - 611 lanières en gouttières à faces identiques brunes Cétraria
 - 612 lanières à faces différentes Cladonia
 - face sup. : vert franc, face inf. : blanc (voir la section 8)

(il s'agit là en fait d'un lichen à thalle complexe, section 8, dont le thalle primaire a disparu en ne laissant en place que le thalle secondaire fruticuleux)
- 62 lichen le plus souvent arboricole, parfois saxicole mais jamais terricole
 - 621 lanières à faces identiques Ramalina
 - 622 lanières à faces différentes terminées par 2 pointes
 - 6221 face sup. : grise ; face inf. : blanchâtre Evernia
 - 6222 face sup. : grise ; face inf. : noire Pseudevernia

Section 7 : Thalle fruticuleux en tiges

- 71 lichen généralement arboricole
 - tiges à rameaux très fins en forme . de barbes pendantes aux branches des arbres ou . de touffes hérissées sur les branches
 - 711 tiges contenant un cordon axial blanc Usnea
 - 712 tiges pleines Alectoria
 - 713 tiges creuses Bryoria
- 72 lichen généralement terricole ou à la base des troncs d'arbre Cladonia
 - tiges creuses sans cordon axial (voir la section 8)

(il s'agit là en fait d'un lichen à thalle complexe, section 8, dont le thalle primaire a disparu en ne laissant en place que le thalle secondaire fruticuleux)

Section 8 : Thalle complexe

A rédiger

Section 9 : Thalle gélatineux

A rédiger

6 - CLASSIFICATIONS DES GENRES DE LICHENS D'EUROPE

61 – Classification classique dite linéenne

Selon Paul OZENDA & Georges CLAUZADE (1970), les lichens d'Europe se répartissent en 186 genres (C : classe ; SC : sous classe ; O : ordre ; SO : sous ordre ; F : famille ; G : genre) :

<p>C I - ASCOLICHENS SC I Pyrénolichens O I Pyrénocarpales F 1 Xanthopyréniacées G 1 Xanthopyrenia G 2 Gloeopyrenia F 2 Pyrénidiacées G 3 Pseudarthopyrenia F 3 Morioliacées G 4 Moriola G 5 Spheconisca F 4 Epigloeacées G 6 Epigloea F 5 Verrucariacées G 7 Verrucaria G 8 Sarcopyrenia G 9 Trimmatothele G 10 Thelidium G 11 Polyblastia G 12 Staurothele G 13 Thelenidia G 14 Thrombium G 15 geisleria G 16 Paraphysothele G 17 Gongylia G 18 Microglaena F 6 Dermatocarpacées G 19 Trimmatolopsis G 20 Dermatocarpon G 21 Placidiopsis G 22 Normandina G 23 Agonimia G 24 Endocarpon F 7 Pyrénulacées G 25 Bachmania G 26 Pyrenula G 27 Microthellia G 28 Blastodesmia G 29 Thelopsis G 30 Porina G 31 Belonia G 32 Arthopyrenia G 33 Leptorhaphis G 34 Clathroporina G 35 Polyblastiopsis F 8 Strigulacées G 36 Strigula</p>	<p>F 9 Trypéthéliacées G 37 Tomasellia G 38 Melanotheca F 10 Mycoporacées G 39 Mycoporellum G 40 Dermatina SC II Discolichens O II Coniocarpales F 11 Caliciacées G 41 Coniocybe G 42 Chaenotheca G 43 Calicium G 44 Stenocybe G 45 Sphinctrina F 12 Cyphéliacées G 46 Cyphelium F 13 Sphérophoracées G 47 Sphaerophorus O III Graphidales F 14 Arthoniacées G 48 Arthonia G 49 Allarthonia G 50 Arthothelium G 51 Allarthothelium F 15 Graphidacées G 52 Lithographa G 53 Xylographa G 54 Encephalographa G 55 Melaspilea G 56 Graphis G 57 Phaeographis G 58 Graphina G 59 Enterographa G 60 Opegrapha F 16 Chiodectionacées G 61 Chiodecton F 17 Dirinacées G 62 Dirina F 18 Rocellacées G 63 Rocella O IV Cyclocarpales SO I Thélotrématinées F 19 Lécánactidacées G 64 Lecanactis G 65 Schismatomma F 20 Byssolomacées G 66 Byssoloma</p>
---	---

- F 21 Thélotrémacées
 - G 67 Thelotrema
 - G 68 Ramonia
 - G 69 Glocolesta
 - G 70 Petractis
- F 22 Diploschistacées
 - G 71 Conotrema
 - G 72 Diploschistes
- F 23 Gyalectacées
 - G 73 Sagiolechia
 - G 74 Dimerella
 - G 75 Pachiphiale
 - G 76 Gyalecta
 - G 77 Gyalidea
 - G 78 Absconditella

SO II Cyanophilinées

- F24 Pyrenopsidacées
 - G 79 Pyrenopsis
 - G 80 Psorotichia
 - G 81 Forssellia
 - G 82 Glocoheppia
 - G 83 Phylliscum
 - G 84 Thyrea
 - G 85 Anema
 - G 86 Synalissa
 - G 87 Peccania
- F 25 Lichinacées
 - G 88 Zahlbrucknerella
 - G 89 Ephebe
 - G 90 Polychidium
 - G 91 Sponema
 - G 92 Thermutis
 - G 93 Lichina
 - G 94 Lichinella
 - G 95 Porocyphus
 - G 96 Placynthium
 - G 97 Pterygium
- F 26 Collémacées
 - G 98 Collema
 - G 99 Lempholemma
 - G 100 Lemnopsis
 - G 101 Koerberia
 - G 102 Leptogium
- F 27 Heppiées
 - G 103 Epiphloea
 - G 104 Nylanderopsis
 - G 105 Heppia
 - G 106 Solorinaria
 - G 107 Peltula

- F 28 Pannariacées
 - G 108 Psoroma
 - G 109 Pannaria
 - G 110 Parmeliella
 - G 111 Massalonga

- F 29 Stictacées
 - G 112 Lobaria
 - G 113 Sticta

- F 30 Péltigéracées
 - G 114 Solorinella
 - G 115 Solorina
 - G 116 Peltigera

- F 31 Néphromacées
 - G 117 Nephroma

SO III Lécidéinées

- F32 Lécidéacées
 - G 118 Lecidea
 - G 119 Psora
 - G 120 Mycoblastus
 - G 121 Catillaria
 - G 122 Catinaria
 - G 123 Bilimbia
 - G 124 Bacidia
 - G 125 Tonimia
 - G 126 Lopadium
 - G 127 Rhizocarpon

- F 33 Cladoniacées
 - G 128 Gomphillus
 - G 129 Icmadophila
 - G 130 Baeomyces
 - G 131 Pilophoron
 - G 132 Cladonia

- F 34 Stéréocaulacées
 - G 133 Stereocolon

- F 35 Umbilicariacées
 - G 134 Umbilicaria

SO IV Acarosporinées

- F 36 Acarosporiacées
 - G 135 Biatorella
 - G 136 Sarcogyne
 - G 137 Sporostatia
 - G 138 Maronea
 - G 139 Acarospora
 - G 140 Glypholecia

- F 37 Thélocarpacées
 - G 141 Thelocarpon

SO V Lécánoriacées

- F 38 Pertusariacées
 - G 142 Pertusaria
 - G 143 Varicellaria
 - G 144 Phlyctis

<p>F 39 Lécánoracées</p> <p>G 145 Ochrolechia</p> <p>G 146 Harpidium</p> <p>G 147 Ionapsis</p> <p>G 148 Aspicilia</p> <p>G 149 Lecanora</p> <p>G 150 Placopsis</p> <p>G 151 Squamarina</p> <p>G 152 Lecania</p> <p>G 153 Solenopsis</p> <p>G 154 Haematomma</p> <p>F 40 Candélariacées</p> <p>G 155 Candelariella</p> <p>G 156 Candelaria</p> <p>F 41 Parméliacées</p> <p>G 157 Parmeliopsis</p> <p>G 158 Parmelia</p> <p>G 159 Cetraria</p> <p>F 42 Usnéacées</p> <p>G 160 Evernia</p> <p>G 161 Letharia</p> <p>G 162 Dufourea</p> <p>G 163 Ramalina</p> <p>G 164 Cornicularia</p> <p>G 165 Alectoria</p> <p>G 166 Usnea</p>	<p>SO VI Caloplacinées</p> <p>F 43 Caloplacacées</p> <p>G 167 Bombyliospora</p> <p>G 168 Protoblastenia</p> <p>G 169 Fulgensia</p> <p>G 170 Caloplaca</p> <p>G 171 Xanthoria</p> <p>G 172 Teloschistes</p> <p>F 44 Buelliacées</p> <p>G 173 Buellia</p> <p>G 174 Rinoda</p> <p>G 175 Physcia</p> <p>G 176 Anaptychia</p> <p>C II - BASIDIOLICHENS</p> <p>G 177 Omphalina</p> <p>G 178 Lentaria</p> <p>G 179 Clavularia</p> <p>G 180 Stereum</p> <p>G 181 Corticium</p> <p>C III - HYPHOLICHENS</p> <p>G 182 Lepraria</p> <p>G 183 Dacampia</p> <p>G 184 Cystocoleus</p> <p>G 185 Racodium</p> <p>G 186 Thamnolia</p>
---	---

Le rangement des espèces de lichens en genres – familles fait à peu près l'unanimité, quant bien même il est parfois l'objet parfois de corrections, de remaniements ... De nouvelles combinaisons taxonomiques (NCT) viennent alors remplacer les anciennes (ACT) ; ainsi par exemple depuis 1970 :

ACT	NCT
<i>Buellia punctata</i>	<i>Amandinea punctata</i>
<i>Parmelia acetabulum</i>	<i>Pleurosticta acetabulum</i>
<i>Parmelia caperata</i>	<i>Flavoparmelia caperata</i>
<i>Parmelia furfuracea</i>	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
<i>Parmelia tiliacea</i>	<i>Parmelina tiliacea</i>
<i>Parmelia tubulosa</i>	<i>Hypogymnia tubulosa</i>
...	...

Les noms de genre : *Amandinea*, *Flavoparmelia*, *Hypogymnia*, *Parmelina*, *Pleurosticta*, *Pseudevernia*, etc., ne figurent donc pas parmi les 186 genres de la classification ci-dessus.

En outre la systématique des lichens, i.e. le rangement en classes, ordres, ... fait actuellement encore l'objet de discussions.

62 – Classification phylogénétique

Dans cette classification, les lichens sont intégrés aux champignons.

Selon le Bulletin de l'Association Française de Lichénologie – 2009 – Vol. 34 – Fasc. 2, la classification phylogénétique des Ascomycota (d'après Hilbert 2007, phylum auquel appartiennent plus de 98 % des lichens) est la suivante :

Sous-phylums	Classes	Sous-classes	Ordres	
Taphrinomycotina	Taphrinomycetes		Taphrinales	
	Neoelectomycetes		Neoelectales	
	Pneumocystidomycetes		Pneumocystidales	
	Schizosaccharomycetes		Schizosaccharomycetales	
Saccharomycotina	Saccharomycetes		Saccharomycetales	
	Arthoniomycetes		Arthoniales	
Pezizomycotina	Dothideomycetes	Dothideomycetidae	Capnodiales ■	
			Dothideales	
			Myriangiales	
		Pleosporomycetidae	Pleosporales ■	
			Botryosphaeriales	
	<i>Dothideomycetes incertains</i>		Hysteriales	
			Patellariales	
			Jahnulales	
	<i>Dothideomycetes lichénisés incertae sedis - quelques familles et quelques genres</i>			
	Eurotiomycetes	Chaetothyriomycetidae	Chaetothyriales	
			Pyrenulales	
		Eurotiomycetidae	Verrucariales	
			Coryneliales	
	Mycocaliciomycetidae	Eurotiales		
		Onygenales		
	Laboulbeniomycetes		Mycocaliciales	
			Laboulbeniales	
			Pyxidiophorales	
	Lecanoromycetes	Acarosporomycetidae	Acarosporales	
		Lecanoromycetidae	Lecanorales	
			Peltigerales	
		Ostropomycetidae	Teloschistales	
			Argyriales	
			Bacomycetales	
			Ostropales	
			Pertusariales	
	<i>Lecanoromycetes incertae sedis</i>		Candelariales	
			Umbilicariales	
Leotiomycetes			Cyttariales	
			Erysiphales	
			Helotiales	
			Rhytismatales	
			Thelebolales	
Lichinomycetes		Lichinales		
Orbiliomycetes		Orbiliales		
Pezizomycetes		Pezizales		
Sordariomycetes	Hypocreomycetidae	Coronophorales		
		Hypocreales		
		Melanosporales		
		Microascales		
	Sordariomycetidae	Boliniales		
		Calosphaeriales		
		Chaetosphaeriales		
		Coniochaetales		
		Diaporthales		
		Ophiostomatales		
		Sordariales		
		Lulworthiales		
	<i>Sordariomycetes incertains</i>	Meliolales		
		Phyllachorales		
	Trichosphaeriales			
Xylariomycetida	Xylariales			
Pezizomycotina incertae sedis		Lahmiales		
		Medeolariales		
		Triblidiales		

Classification phylogénétique du phylum des Ascomycota (d'après D. Hibbett - 2007)
(en gris les taxons entièrement ou essentiellement lichénisés - les taxons partiellement lichénisés sont accompagnés d'un carré noir)

63 - lichenosociologie

Chaque lichen produit des substances chimiques spécifiques qui associées aux conditions écologiques locales (substrat, climat, ...) créent autour de lui un microclimat favorable ou néfaste au développement de certaines autres espèces. Il en résulte des groupements d'espèces qu'on appelle des « associations ». A l'image de la phytosociologie, discipline botanique née au milieu du XIXe s. (Jules THURMANN, géologue et botaniste suisse, Neuf-Brisach 1804 – Porrentruy 1855) qui étudie les communautés végétales et leurs liens avec le milieu en se basant sur des listes floristiques locales les plus exhaustives possibles, la lichenosociologie s'intéresse aux communautés lichéniques en s'inspirant de la méthodologie utilisée en sociologie végétale.

Plusieurs types de communautés lichéniques ont déjà fait l'objet d'études approfondies :

- épiphytiques en 1958 par le lichenologue néerlandais J.J. BARKMAN,
- saxicoles calcicoles en 1981 par le lichenologue français C. ROUX,
- saxicoles silicicoles en 1972 par le lichenologue allemand V. WIRTH
- ...

Les espèces (appelées taxons) vivant ensembles constituent une « association », les associations sont regroupées en « alliance », les alliances en « ordres » et les ordres en « classes ». Les associations sont les unités de base de cette nouvelle hiérarchie dont chaque niveau est appelé un syntaxon. Naturellement, une même espèce est souvent présente dans diverses associations. On observe une certaine variabilité des hiérarchies proposées selon les auteurs et la méthode utilisée. Deux méthodes sont principalement utilisées : la méthode sigmatiste (méthode élaborée dans les années 30, nom forgé à partir de l'acronyme SIGMA : Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine fondée à Montpellier) et la méthode synusiale (plus récente, créée en 1980, mais moins utilisée). D'où plusieurs classifications nouvelles différentes qu'on appelle des synsystèmes (OCHSNER fut le premier à proposer en 1928 une telle classification).

Ces synsystèmes sont très utiles par leur côté prédictif :

- la connaissance des caractéristiques écologiques d'un milieu permet d'anticiper sur les combinaisons d'espèces qu'on est susceptible d'y rencontrer.
- inversement, l'observation dans un milieu d'une combinaison d'espèces données apporte des renseignements sur les caractéristiques écologiques de ce milieu.

(selon la synthèse en 128 pages de Chantal VAN HALUWIN in « La sociologie des lichens corticoles en Europe », Bulletin de l'AFL 2010 Vol. 35 fasc. 2).

D'où le nom de PRODROME qui leur est souvent donné.

Il est donc très intéressant d'effectuer un relevé aussi exhaustif que possible des espèces observées dans une même station (un arbre ou un bouquet d'arbres par exemple).

L'association est une combinaison d'espèces dites caractéristiques (celles qui sont présentes en plus grand nombre) et d'autres dites compagnes.

Ainsi qu'en phytosociologie et selon le *Code international de nomenclature phytosociologique* chaque syntaxon (classe, ordre, alliance, association) de la hiérarchie établie est désigné en ajoutant un suffixe au nom de l'espèce la plus caractéristique dudit niveau :

- pour les classes on ajoute le suffixe *etea*
- pour les ordres on ajoute le suffixe *etalia*
- pour les alliances on ajoute le suffixe *ion*
- pour les associations on ajoute le suffixe *etum*

On a été amené à définir des sous niveaux désignés également en ajoutant un suffixe au nom de l'espèce la plus caractéristique dudit sous niveau :

- pour les sous ordres on ajoute le suffixe *enalia*
- pour les sous alliances on ajoute le suffixe *enion*
- pour les sous associations on ajoute le suffixe *etosum*

Ainsi par exemple, *Physcienion adscendentis* est une sous alliance (caractérisée par la présence de *Physcia ascendans*) de l'alliance *Xanthorion parietinae* (caractérisée par la présence de *Xanthoria parietina*).

Dans les sous associations on distingue parfois aussi des « variantes » et des « sous variantes ».



Photo 60 : les taches blanches que l'on peut remarquer sur les troncs de ces feuillus (charmes et hêtres) du parc de loisir de la forêt de Haye, sont des thalles de *Pertusaria albescens*.

7 - LICHENS ET QUALITE DE L'AIR

L'activité humaine (usines, déplacements, ...) génère une importante pollution atmosphérique (fluor, plomb, métaux lourds, radioactivité, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, ozone, particules fines, ...), notamment dans les villes. Les lichens tirent de l'atmosphère la totalité de leurs besoins nutritifs en eau et sels minéraux. A l'inverse des végétaux qui possèdent des stomates, ils sont dépourvus d'organes de contrôle des échanges avec l'extérieur. Ils sont donc beaucoup plus sensibles à la pollution atmosphérique qu'ils supportent plus ou moins bien ; soit ils en vivent (cas des lichens nitrophiles rencontrés dans les villes), soit ils en meurent empoisonnés dès que la dose dépasse un certain niveau. Les plus sensibles sont les fruticuleux puis les foliacés ; les plus résistants sont les crustacés. Nylander fut le premier lichénologue à s'intéresser à Paris dès 1866 aux liens existant entre la pollution atmosphérique et la présence ou l'absence de lichens qu'il qualifiait de « hygiomètres ».

En observant la présence de certains lichens on a un moyen peu onéreux de mesurer la pollution. Cette méthode a été initialisée en Grande-Bretagne en 1970 par HAWKSWORTH et ROSE.

Le principal polluant atmosphérique produit par les activités humaines (combustion des énergies fossiles, par ordre d'importance décroissante de production du polluant : charbon, pétrole, gaz naturel) est le dioxyde de soufre SO₂. Ce polluant capté par le mycosymbiote détruit la chlorophylle du partenaire algal entravant la photosynthèse d'où la mort progressive du lichen. On le recherchera donc en priorité. La technique proposée en 1986 par C. VAN HALUWYN et M. LEROND a été mise en œuvre par l'académie de Lille, sous la conduite de Jean-Pierre GAVERIAUX, pour réaliser une carte de pollution atmosphérique du Nord. Pour cela, on a défini 7 niveaux de pollution (notés de A à G) et sélectionné 38 espèces de lichens corticoles communs et fréquents dans la région, destinés à servir de bio indicateurs en attestant le niveau de non-pollution :

- une pollution extrême implique l'absence totale de lichens, mais l'absence de lichens ne signifie rien !
- la présence seulement de *Buellia punctata* et de *Lecanora conizaeoide*, est un indice de pollution peut-être très forte mais non extrême,
- la présence en plus de *Lecanora expallens* et de *Lepraria incana*, atteste une pollution qui peut être forte, mais qui n'est pas très forte
- etc.

	Niveaux de pollution	Principaux lichens utilisés pour la cartographie de pollution atmosphérique du Nord de la France selon la méthode Van Haluwyn-Lerond.
A	extrême	Pas de lichens.
B	très forte	<i>Amamdinea punctata</i> (c), <i>Lecanora conizaeoides</i> (l).
C	forte	<i>Lecanora expallens</i> (l), <i>Lepraria incana</i> (l).
D	Assez forte	<i>Diploicia canescens</i> (c), <i>Lecidella elaeochroma</i> (c), <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (fo), <i>Physcia tenella</i> (fo), <i>Xanthoria polycarpa</i> (fo).
E	moyenne	<i>Candelariella xanthostigma</i> (c), <i>Evernia prunastri</i> (fr), <i>Hypogymnia physodes</i> (fo), <i>Parmelia sulcata</i> (fo), <i>Physcia adscendens</i> (fo), <i>Physconia grisea</i> (fo), <i>Pseudevernia furfuracea</i> (fr), <i>Xanthoria parietina</i> (fo).
F	faible	<i>Flavoparmelia caperata</i> (fo), <i>Parmelia glabratula</i> (fo), <i>Parmelia pastillifera</i> (fo), <i>Parmelia sooredians</i> (fo), <i>Parmelian subaurifera</i> (fo), <i>Parmelia subrudecta</i> (fo), <i>Parmelia tiliacea</i> (fo), <i>Pertusaria amara</i> (c), <i>Pertusaria pertusa</i> (c), <i>Phlyctis argena</i> (c), <i>Pleurosticta acetabulum</i> (fo), <i>Ramalina farinacea</i> (fr), <i>Ramalina fastigiata</i> (fr), <i>Xanthoria candelaria</i> (fo).
G	très faible à absente	<i>Anaptychia ciliaris</i> (fr), <i>Parmelia perlata</i> (fo), <i>Parmelia revoluta</i> (fo), <i>Physcia aipolia</i> (fo), <i>Physconia distorta</i> (fo), <i>Ramalina fraxinea</i> (fr).

(c: lichen crustacé ; fo : lichen foliacé ; fr : lichen fruticuleux ; l : lichen lépreux)

On peut faire les remarques suivantes :

- Cette technique peut être mise en œuvre dans n'importe quelle région. Il faut pour cela définir au préalable la base de lichens qui serviront de bio indicateurs.

- Un lichen attestant un niveau de non-pollution dans le nord atteste le même niveau dans une autre région où il est commun. Ainsi par exemple la présence de *Pleurosticta acetabulum* au jardin botanique de Nancy atteste la présence d'un air relativement sain (niveau F), celle de *Ramalina fraxinea* dans la zone de loisir de Nancy dans la Forêt de Haye atteste une pollution très faible (niveau G) malgré la présence à une centaine de mètres de l'autoroute très fréquentée A31.
- En fait, **la présence de certains groupements lichéniques renseigne sur le niveau de non pollution.** L'absence ne prouve rien. Ainsi par exemple on peut observer dans la zone de loisir de Nancy en forêt de Haye, en bordure de la N4, la présence des lichens corticoles suivants : *Amandinea punctata*, *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Graphis elegans*, *Hypogymnia tubula*, *Lecanora allophana*, *Parmelia sulcata*, *Pertusaria albescens*, *Pertusaria amara*, *Pertusaria pertusa*, *Physcia adscendans*, *Pleurosticta acetabulum*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina farinacea*, *Ramalina fastigiata*, *Ramalina fraxinea*, *Usnea lapponica* et *Xanthoria parietina*. Ce qui montre la très bonne qualité de l'air en cet endroit.
- Les lichens présents en zone polluée sont des consommateurs de la pollution. Il en est ainsi par exemple des *Parmelia sulcata* et des *Physcia adscendans* (niveau E) que l'on peut observer sur les troncs des divers arbres qui poussent au centre ville de Nancy. Ainsi ils contribuent à la purification de l'air, plus que les plantes.
- Selon Juliette ASTA, Jean-Pierre GAVERIAUX, Jean-Michel SUSSEY et Chantal VAN HALUWYN (cf. bibl.) on peut même parler de « mémoire » des activités humaines car il est tout à fait possible d'utiliser des échantillons d'herbier pour retracer une activité ancienne en mesurant la dose de polluants que ces échantillons contiennent éventuellement. Ce qui montre l'utilité de noter les endroits précis et dates des récoltes.

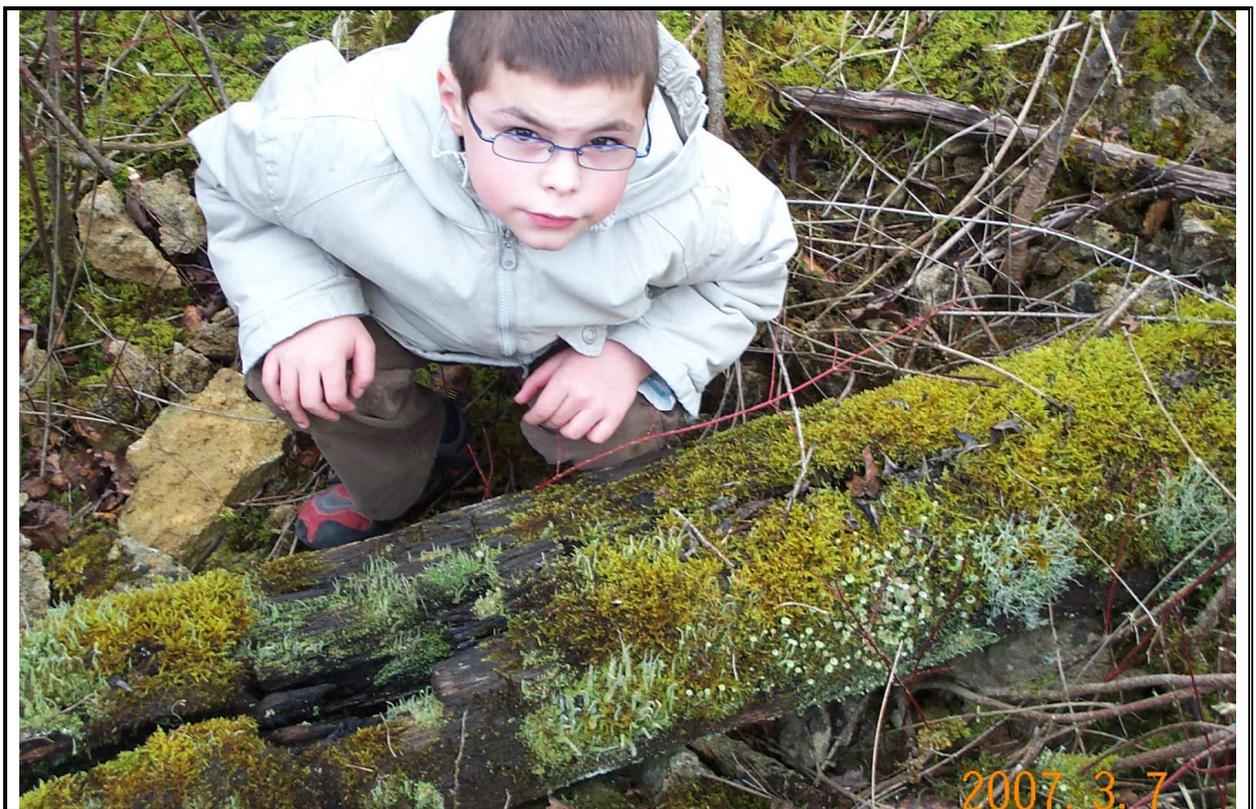


Photo 61 : Une collection exceptionnelle de *Cladonias* : *chlorophaea*, *coniocraea*, *fragilis*, *subulata*, ... sur une traverse en chêne créozotée de l'ancienne voie de chemin de fer (abandonnée depuis une cinquantaine d'années) de l'ex camp militaire américain de la forêt de Haye près de Toul en Meurthe-et-Moselle. Cette station très riche en *cladonias* (sur les traverses de chemin de fer), *rhizocarpons* (sur les cailloux de mâchefer issus des hauts fourneaux et constituant le ballast), et autres lichens silicicoles, ... a été malheureusement détruite en 2007 par les travaux de récupération des rails et des traverses ordonnés par le Conseil Général du département. Ceci n'est évidemment que le résultat de l'ignorance.

8 - LEXIQUE DE LICHENOLOGIE

A

acidophile : affectionnant un support, un milieu, ... acide, i.e. de pH<7.

animal : être vivant pluricellulaire dont les cellules ont un noyau contenant ses chromosomes, hétérotrophe se nourrissant par ingestion.

apothécie : organe de reproduction sexuée du mycobionte, souvent caractérisée par la présence d'un disque muni d'un rebord. Elle peut dans ce cas être :

- lécidéine si le rebord du disque est de même couleur que le disque,
- lécanorine si le rebord est de même couleur que le thalle et différente de celle du disque

- zéorine s'il y a les deux types de rebord (2 rebords annulaires).

aréolé : syn. compartimenté

aréole : compartiment délimité par des craquelures du thalle crustacé.

ascocarpes : organes de reproduction des mycobiontes constituant les lichens. Ils comprennent : les apothécies et les périthèces.

Ascolichen : lichen dont le mycobionte est un ascomycète.

Ascomycète : champignon dont les spores sont enfermées dans des cellules appelées asques.

ascoma : syn. ascocarpes.

asque : cellule à l'intérieur de laquelle se forment les spores (en général 8, mais parfois plus).

autotrophie : capacité de certains êtres vivants à transformer les éléments carbonés ou azotés contenus dans leur environnement en matière organique, en utilisant l'énergie provenant soit de la lumière (on parle alors de photosynthèse) soit de liaisons chimiques (on parle alors de chimiosynthèse). L'être vivant est dans ce cas qualifié d'autotrophe (phototrophe ou chimiotrophe selon le cas).

B

Basidiolichen : lichen dont le mycobionte est un basidiomycète.

Basidiomycète : champignon dont les spores sont portées par des cellules appelées basides.

basophile : affectionnant un support, un milieu, ... basique, i.e. de pH>7.

bifide : divisé en deux comme une fourche à 2 dents.

bifurqué : syn. bifide.

biosphère : ensemble des êtres vivants.

C

calcicole : qui pousse sur terrains calcaires.

calciphile : syn. calcicole, qui affectionne les terrains calcaires.

calcifuge : qui ne peut pousser sur terrain calcaire.

calciphobe : syn. calcifuge.

canaliculé : creusé en canal, en forme de gouttière

carpophore : fructification à pied et chapeau de Eumycota (champignon vrai) appelée communément et improprement « champignon ».

cellule : unité de base d'un être vivant permettant de le caractériser.

céphalodie : petite verrue située à la surface du thalle, contenant un photobionte différent de celui contenu dans le thalle.

complexe : se dit du thalle d'un lichen formé de 2 parties : th. primaire et th. secondaire (e.g. : les *Cladonias*).

composite : syn. complexe.

conidanges : syn. pycnides.

conidies : cellules libérées par les pycnides et dont le rôle est mal défini.

cortex : couche extérieure d'un lichen composée d'hyphes très serrées.

corticole : se dit d'une espèce poussant sur l'écorce.

cucullé : se dit du lobe d'un thalle en forme de capuchon (e.g. : *Physcia adscendens*)

crustacé : se dit d'un thalle formant une croûte inséparable du support.

cyanobionte : cyanobactérie constituant le lichen.

cyanosymbiote : syn. cyanobionte.

cyphelle : petite dépressions arrondie ou elliptique laissant entrevoir la médulle, et située sur la face inférieure du thalle.

D

diagnostique : se dit d'un caractère permettant de ranger avec quasi-certitude un objet dans un taxon, c'est-à-dire dans un regroupement d'objets semblable.

diamètre (d'un thalle, d'une squame, ...) : diamètre du plus petit cercle contenant entièrement l'objet (on le dit circonscrit à l'objet).

E

épiphyte : qui se développe sur un arbre (écorce, bois, feuille) vivant.

épilithe : qui se développe sur des rochers.

espèce : ensemble des êtres vivants ayant les mêmes caractéristiques, e.g. les hommes actuels constituent la même espèce : *Homo sapiens*

être vivant : objet de la nature qui a les propriétés de naître, se nourrir, se développer, se reproduire et mourir.

Eucaryote : être vivant dont les cellules sont pourvues d'un noyau contenant les chromosomes.

F

famille : regroupement de genres voisins.

foliacé : se dit d'un thalle en forme de feuille plaquée sur le support.

foliole : petite feuille.

fruticuleux : se dit d'un thalle dressé ou pendant, formé de lanières ou de tiges, ramifiées ou non.

G

gélatineux : se dit d'un thalle homéomère, c'est-à-dire d'un thalle dans lequel les cellules de champignon et d'algue sont mélangées sans organisation. Dans ce cas le thalle est :

- noirâtre et cassant à l'état sec,
- verdâtre, mou et gélatineux à l'état humide.

genre : regroupement d'espèces voisines.

granule : petit grain permettant la reproduction végétative d'un lichen (syn. sorédie).

guttulé : en forme de goutte.

H

héliophile : affectionnant un support, un milieu, ... ensoleillé (anton. : sciaphile).

hétéromère : se dit d'un thalle dans lequel les hyphes du champignon et les cellules algales sont répartis selon une certaine organisation.

hétérotrophe : se dit d'un être vivant incapable de synthétiser la matière organique qui lui est nécessaire pour son développement et qui la puise chez un être vivant autotrophe.

homéomère : se dit d'un thalle dans lequel les hyphes du champignon et les cellules algales sont répartis sans organisation.

hygrophile : affectionnant un support, un milieu, ... humide.

hyphe : cellule allongée du champignon constituant le lichen.

hypothalle : sous couche constituée uniquement d'hyphes, située sous le thalle de certains thalles crustacés et débordant parfois du thalle en le soulignant d'une ligne dite hypothalline de couleur variée (blanche, brune, noire, rouge, ...)

I

ingestion : procédé d'alimentation des animaux consistant à « avaler » les aliments et à les digérer intérieurement.

L

lécanorine : se dit d'une apothécie dont le rebord est de couleur identique à celle du thalle, différente de celle du disque. On dit encore : apothécie à rebord thallin.

lécidéine : se dit d'une apothécie dont le rebord est de couleur différente de celle du thalle, identique à celle du disque. On dit encore : apothécie à rebord propre.

lépreux : se dit d'un thalle constitué de petits grains (<0.1 mm).

lichénicole : se dit d'une espèce poussant sur un lichen.

lignicole : se dit d'une espèce poussant sur le bois.

lirelle : apothécie de forme allongée étroite.

lobé : se dit d'un thalle muni à son pourtour de lobes.

M

macrolichen : lichen observable à l'œil nu.

médulle : partie interne du thalle composée d'hyphes lâches entremêlées de cellules algales.

métabolisme : ensemble des fonctions assurant à un être vivant de naître, se nourrir, se développer, se reproduire et mourir.

muscicole : se dit d'une espèce poussant sur des mousses.

mycobionte : mycète (champignon) constituant le lichen.

mycosymbiote : syn. mycobionte

N

nitrophile : affectionnant un support, un milieu, ... riche en matières azotées.

O

ombilic : unique point d'attache de certains thalles foliacés.

ombiliqué : se dit des thalles foliacés munis d'un ombilic

ombrophile : affectionnant un support, un milieu, soumis aux pluies, aux brouillards, ... (ant. xérophile)

P

pédicelle : petit pied.

pédicellé : muni d'un pédicelle.

périthèce : organe de reproduction sexuée du mycobionte se présentant comme une petite poire incrustée dans le thalle et contenant des asques (sacs à spores).

périthécoïde : se dit d'une apothécie en forme de verrue, contenant à l'intérieur les cellules de reproduction sexuée du champignon.

pH : (potentiel hydrogène) coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Un milieu est dit acide si son pH est inférieur à 7 (e.g. : l'acide chlorhydrique HCl est de pH égal à 1), neutre si son pH égale 7 (e.g. : l'eau distillée H₂O est de pH égal à 7), et basique si son pH est supérieur à 7 (e.g. : la soude caustique NaOH est de pH égal à 14).

phylidie : isidie en forme de lobule située à la marge des lobes

photobionte : algue constituant le lichen.

photosymbiote : syn. photobionte.

phycobionte : partenaire chlorophyllien constituant le lichen.

phycosymbiote : syn. phycobionte.

placodiomorphe : se dit d'un thalle ayant des lobes à son pourtour.

podétion : pied court et épais.

podétions : tiges plus ou moins ramifiées composant le thalle secondaire d'un thalle composite (e.g. certains *Cladonia*).

périthèces : fructifications contenant des asques, sortes de sacs contenant des spores.

primaire : se dit du premier thalle apparaissant chez un lichen à thalle complexe. Ce thalle est en général ou crustacé ou squamuleux.

procaryote : être vivant dont les cellules sont dépourvues d'un vrai noyau et dont les chromosomes sont en vrac dans le cytoplasme de la cellule.

prodrome : en phytosociologie on désigne ainsi l'ensemble des conditions écologiques favorables à un syntaxon floristique

pseudocyphelle : déchirure du cortex ou fissure laissant entrevoir la médulle blanchâtre.

pycnides : minuscules périthèces sans asque, possédant dans leur partie supérieure un pore à travers lequel sont libérées des conidies. On les appelle encore des conidanges.

pycnidiospores : syn. conidies.

R

rhizine : petit crochet de fixation du lichen à son support.

S

saxicole : se dit d'une espèce poussant sur une roche.

schizidie : variété d'isidie.

scyaphile : affectionnant un support, un milieu ombragé.

scyphe : partie du thalle secondaire d'un lichen composite, dressée en forme d'entonnoir, de verre à pied, (e.g. certains *Cladonias*).

scyphule : forme diminutive, employée comme synonyme de scyphe.

secondaire : se dit du deuxième thalle fruticuleux poussant sur le thalle primaire d'un lichen à thalle complexe.

soralie : amas farineux composé de sorédies.

sorédie : granule composé de cellules alguales entourées d'hyphes fongiques

squame : écaille de plus de 1.5 mm et moins de 3 mm de diamètre.

squamule : écaille de moins de 1.5 mm de diamètre.

squamuleux : se dit d'un thalle formé d'écailles, de squames, serrées les unes contre les autres.

substrat : support (sol, roche, arbre, ...) sur lequel pousse l'espèce

systematique : science qui consiste à ranger les êtres vivants en espèces, les espèces en genres, les genres en familles, les familles en ordres, les ordres en classes, les classes en divisions, les divisions en embranchements, les embranchements en règnes. Ce mot est synonyme de taxonomie ou taxinomie.

T

taxinomie : syn. systematique.

taxon : entité conceptuelle qui est censée regrouper tous les organismes vivants possédant en commun certains caractères taxinomiques ou diagnostiques bien définis (cf. Wikipédia). Ainsi par exemple l'ensemble des lichens est un taxon de la classification de l'ensemble des êtres vivants, de même le genre *Parmelia* en est un autre, etc.

taxonomie : syn. taxinomie.

terricole : se dit d'une espèce poussant sur le sol.

thalle : partie végétative du lichen.

V

végétal : être vivant pluricellulaire dont les cellules ont un noyau contenant ses chromosomes, autotrophe.

verrue : sorte de gros bouton formant une excroissance sur le support.

X

xérophile : affectionnant un support en condition de sécheresse (ant. : ombrophile)

Z

zéorine : se dit d'une apothécie en disque ayant deux rebords : un rebord propre (cf. lecidéine) à l'intérieur et un rebord thallin (cf. lécanorine) à l'extérieur.



Photo 62 : *Ramalina fraxinea* en abondance sur un arbre à 1.4 km de Crepey en bordure à droite de la RD 904 qui mène à Goviller, en Meurthe-et-Moselle.

9 – BIBLIOGRAPHIE

J'ai ajouté quelques commentaires personnels à ceux des ouvrages que je possède ou que j'ai pu consulter ; ils n'engagent que son auteur.

Lorsqu'on utilise des ouvrages relativement anciens (i.e. de plus de 10 ans), il y a lieu de faire attention aux éventuellement changements d'appellations survenus entre temps (de genre notamment). Il y a alors lieu de faire appel à une table des synonymes.

* Henri des ABBAYES
Précis de botanique 1 Végétaux inférieurs
MASSON 1951

* E. BIDAUT, A. FAVRE, M. MEYER, P. PELLICER, B. RIVOIRE, J.M. SUSSEY, N. VAN VOOREN
A la découverte des Champignons
Edit. F.M.B.D.S. 2012

Ce livret de 72 pages consacrées aux champignons en général contient en particulier 5 pages réservées aux lichens écrites par un spécialiste. J'en conseille la lecture aux débutants.

* A. BOISTEL
Nouvelle Flore des Lichens
1^e éd. 1900 – ré-éd. BELIN 1986

Ouvrage ancien qui passe en revue 524 espèces et de nombreuses sous-espèces en 124 pages de description, en utilisant exclusivement des caractères macroscopiques, parfois à l'aide d'une loupe puissante. Il contient de nombreuses illustrations en noir et blanc et il est d'un usage relativement facile. Mais, malheureusement, les nombreux changements intervenus en un peu plus d'un siècle dans les appellations tant des espèces que des genres ainsi que les changements dans la classification, le rendent obsolète et peu utilisable aujourd'hui, à moins de disposer d'une table de synonymie. On trouvera une telle table sur le site <http://lichenologue.org/fichiers/liste/Liste.xls> en attendant la publication du Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France (Corse comprise) en cours d'élaboration par Claude ROUX et coll.

* Bernard CHIPON
Catalogue des lichens du Nord-Est de la France (Alsace - Lorraine)
Bulletins 1994 & 1995 de la Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard

A partir de la littérature et de ses propres observations, l'auteur fait le point (localisation, substrat, ...) relativement à 801 espèces observées dans notre région depuis le milieu du XIXe s., dans un article en 2 parties qui occupe 30 pages du numéro de 1994 (pp. 33 à 60) et 54 pages du numéro de 1995 (pp. 45 à 98).

* Georges CLAUZADE & Claude ROUX
LICHENS D'EUROPE OCCIDENTALE
1^e éd. 1985 - Trad. Paulette RAVEL – AFL 2002

Ouvrage très complet qui fait le tour des macrolichens d'Europe. Initialement publié en espéranto, il a été traduit en français par Paulette RAVEL et est disponible en feuilles volantes au siège de l'Association Française de Lichenologie. Il décrit 335 genres (ce qui concerne environ 3000 espèces) en 976 pages. Il nécessite souvent l'usage de réactifs chimiques et d'un microscope, même pour déterminer les genres, ce qui le rend d'un usage délicat. C'est un ouvrage de référence pour spécialiste.

* Franck S. DOBSON

LICHENS / An illustrated Guide of the British and Irish Species
RICHMOND PUBLISHING (6^e éd.) 2011

Ouvrage broché de 496 pages, très complet, en anglais, qui présente la presque totalité de la flore lichénique britannique (près de 2800 espèces et sous-espèces).

* Edouard FREY

Lichens

Ed. PAYOT 1970

Petit atlas dans lequel l'auteur réussit à présenter en seulement 64 pages (dont onze de généralités sur les lichens et quatre d'index) une galerie de plus de 300 photos d'espèces différentes. Ces espèces sont présentées quasiment en grandeur nature sur fond noir ce qui permet de mieux observer certains détails marginaux des thalles. Pour cela l'usage d'une forte loupe est bien utile. Il y a lieu de faire attention aux nombreux changements d'appellation de genre intervenus en une quarantaine d'années.

* Jean Pierre GAVERIAUX

Les lichens et la bio-indication de la pollution de l'air
CRDP de l'Académie d'AMIENS

*Julien HARMAND (abbé)

Catalogue descriptif des lichens observés dans la Lorraine

Impr. BERGER-LEVRAULT 1894 ré-impr. KESSINGER PUBLISHING (USA)

Cet ouvrage historique donne des indications très utiles sur des stations lorraines où l'auteur a observé les espèces qu'il a rencontrées. Naturellement les appellations sont souvent changées.

* Paul OZENDA & Georges CLAUZADE

Les lichens – Etude biologique et flore illustrée
MASSON 1970

Ouvrage malheureusement introuvable actuellement ; en cours de numérisation il devrait être prochainement disponible sur la liste « tb-lichens@yahoogroupes.fr ». ». Cet ouvrage décrit près de 2200 espèces.

* GUILLAUMOT

Flore des lichens de France et de Grande-Bretagne
LECHEVALIER 1998

* Hans Martins JAHNS

Guide des Fougères, Mousses et Lichens d'Europe
DELACHAUX & NIESTLE 2007

Réimpression de la traduction (1989, 1996, 2003) d'un ouvrage paru en 1980 en langue allemande. On y trouve des clés séparées sur les Ptéridophytes, les Bryophytes, les Lichens, et plus de 650 photographies. En ce qui concerne les lichens, 300 espèces différentes environ y sont décrites et photographiées. La nomenclature date évidemment des années 80 ...

* P. JAMES

Lichen et pollution de l'air

BRITISH MUSEUM BP EDUCATIONAL SERVICES

* P. MALAISE

Des végétaux très originaux : les lichens

Dossier Education Environnement - LIEGE

* Jean-François PIERRE

Je découvre les fougères, les mousses et les lichens
Ed. A. LESON 1978

* Jean-Paul PONSSIN

Regroupement de notes sur les lichens
Document inédit de 29 pages

* Christian SOUCHON

Les Lichens
PUF (Que sais-je ? n°1434) 1971

Ce fascicule est très bien fait et complet. Il traite en 125 pages des lichens dans leur globalité. Il n'est malheureusement plus disponible et a été retiré du catalogue des PUF. On ne peut l'acheter que chez un bouquiniste. Personnellement je me le suis procuré par internet.

* Emmanuel SERUSIAUX, Paul DIEDERICH & Jacques LAMBINON

Les macrolichens de Belgique, du Luxembourg et du nord de la France
FERANTIA n° 40 – 2004

MUSEE NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DU LUXEMBOURG

Dans cette monographie, les auteurs étudient en 150 pages, 327 espèces non crustacées de la Belgique, du Luxembourg et du nord de la France (incluant la Lorraine hors Vosges), en utilisant uniquement leurs caractères macroscopiques. Il est illustré de nombreuses photographies couleurs très explicites.

* Pascale TIEVANT

Guide des Lichens
DELACHAUX & NIESTLE 2001

L'auteur passe en revue en 250 pages quelques 350 espèces de lichens d'Europe. Les photographies ne sont pas toujours très explicites en ce sens qu'il s'agit le plus souvent de macros ne permettant pas d'avoir une vision globale et environnementale du lichen. C'est un bon ouvrage que je conseille vivement.

* Colin TUDGE

The Varieties of Life
OXFORD UNIVERSITY PRESS 200090

* Juliette ASTA, Jean-Pierre GAVERIAUX, Jean-Michel SUSSEY, Chantal VAN HALUWYN

Spécial LICHEN

Bulletin de la FMB D-S n° 178

Fédération Mycologique et Botanique DAUPHINE-SAVOIE 2005

Dans ce numéro spécial de la Fédération Mycologique et Botanique de Dauphiné -Savoie, les auteurs font un exposé très complet de 95 pages sur les lichens. Ils y proposent également des Clés simplifiées de détermination macroscopique très pratiques selon la nature du substrat (lichens terricoles, puis corticoles, puis saxicoles).

* Chantal VAN HALLUWYN et Marc LEROND

Guide des lichens
Ed. LECHEVALIER 1993

* KIRSCHBAUM et WIRTZ

Les lichens, bio-indicateurs
Ed. ULMER 1997

* WINDAL

Les lichens ou la vie en symbiose
???

* Ens. De Professeurs de biologie
Documentation 35
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

* ? ? ?
Aux frontières de la vie : les lichens, avertisseurs naturels
PANDA 28 1988 WWF

* Juliette ASTA et Chantal VAN HALLUWYN
Guide des lichens de France - Lichens des arbres
Ed. BELIN 2009

Premier tome d'une série de guides consacrés aux lichens, paru à l'automne 2009. Il présente quelques 270 espèces épiphytes. Il contient de nombreuses informations sur les communautés licheniques, utiles pour les déterminations.

* Juliette ASTA et Chantal VAN HALLUWYN
Guide des lichens de France - Lichens des sols
Ed. BELIN 2012

Deuxième tome d'une série de guides consacrés aux lichens, paru à l'automne 2012. Il présente quelques 250 espèces terricoles ou muscicoles. Il contient de nombreuses informations sur les communautés licheniques, utiles pour les déterminations.



Photo 63 : *Bryoria* et *Usnea* dans le Vercors.

10 - SITES INTERNET

Certains sites peuvent avoir changé d'hébergeurs donc d'adresse ... Les sites étrangers comportent en général des galeries photos ne nécessitant pas la connaissance de la langue.

EN FRANCAIS

http://www2.ac-lille.fr/myconord/Photos_AFL/Photos_AFL_Liste.htm

Nombreuses photos (environ 700 espèces de plus de 300 genres au 18/01/14) de divers membres de l'AFL sous la conduite de Jean-Pierre GAVERIAUX. Mise à jour régulière.

http://www.lekermeur.net/~jmlucas/pages/lichens/liste_des_especes.htm

Réseau rural d'accès à Internet situé en Bretagne, le Net du Kermeur nous offre de nombreuses et excellentes photos de 277 espèces de lichens permettant d'effectuer d'éventuelles comparaisons afin de confirmer ou d'infirmer sa détermination.

<http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/ress/environnement/lichen.html>

Cours de Lyon «Lichens et qualité de l'air». Ce cours inclut des clés élémentaires de détermination et des photographies de plusieurs espèces.

<http://liboupat2.free.fr/Lichens/lichens.htm>

Galerie de 64 photos de lichens.

<http://users.skynet.be/laroseraie/lichens/index.htm>

Site du Centre de Dépaysement et de Plein Air (CDPA) dit « La Roseraie » de la Communauté française de Belgique. Un projet de l'Enseignement : Les Lichens bio-indicateurs de la qualité de l'air.

<http://mycologie.catalogne.free.fr/lichens.htm>

Très nombreuses photos

<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/cataloguelichen/recherche/resultat/lettre/C/canton/>

<http://www.lichensmaritimes.org>

Concerne les lichens de Bretagne

EN ANGLAIS

<http://www.lichenology.info>

Galerie de très nombreuses photos (plusieurs milliers) de lichens de Belgique, du Luxembourg et du nord de la France incluant la Lorraine hors Vosges, permettant d'effectuer d'éventuelles comparaisons afin de confirmer ou d'infirmer sa détermination ! L'indice de rareté (RRR : rarissime, i.e. dont on ne connaît seulement qu'une seule station ; RR : très rare, i.e. dont on en connaît de 2 à 5 stations ; R : rare, i.e. dont on en connaît de 6 à 9 stations ; AR : assez rare ; AC : assez commun ; C : commun ; CC : très commun), bien que très suggestif car totalement dépendant du nombre d'observateurs, donne parfois une assez bonne idée de ce que l'on peut trouver chez nous en Lorraine du sud.

<http://www.botany.hawaii.edu/cpsu/pictures/0.html>

Site de l'University of Hawaii at Manoa Botany

<http://waynesword.palomar.edu/pljan98b.htm>

<http://www.earthlife.net/lichens/intro.html#2>

<http://www.earthlife.net/lichens/links.html>

<http://www.fs.fed.us/r6/aq/lichen/welcome.htm>

<http://www.lichen.com>

Site pour présenter le livre « Lichens of North America » (photographies de 80 espèces) par Irwin M. BRODO et le couple Sylvia - Stephen SHAROFF, publié par la presse de l'Université de Yale en 2001.

<http://www.nhm.uio.no/botanisk/lav/index.html>

«Lichen herbarium» de Oslo. Galerie de très nombreuses photos (plusieurs milliers) permettant d'effectuer d'éventuelles comparaisons afin de confirmer ou d'infirmer sa détermination.

<http://www.uklichens.co.uk>

Site de la British Lichen Society, contenant de nombreuses photos (454 espèces) permettant d'effectuer d'éventuelles comparaisons afin de confirmer ou d'infirmer sa détermination. Sur ce site, il est de plus possible de télécharger gratuitement une brochure consacrée aux Pyrénolichens (de 2008 par Alan Orange - environ 170 pages)-(sur la page suivante, du site de la BLS. Tout en bas de la page)

<http://www.thebls.org.uk/content/public.html>

Site de la British Lichen Society, sur lequel il est possible de télécharger gratuitement une brochure en anglais consacrée aux Pyrénolichens (de 2008 par Alan Orange - environ 170 pages)- Descendre tout en bas de la page et cliquer sur « Here »

http://dbiodbs.univ.trieste.it/global/italic_ico

Site de l'Université de Trieste en Italie, contenant de très nombreuses photos (plusieurs milliers) permettant d'effectuer d'éventuelles comparaisons afin de confirmer ou d'infirmer sa détermination.

<http://www.sharnoffphotos.com>

<http://www.tropicallichens.net/2384.html>

Très nombreuses photos sur des lichens des tropiques.

Il existe de très nombreux sites où l'on parle de lichens. Je n'ai présenté ici que ceux qui peuvent aider à une détermination parmi ceux que j'ai explorés.

11 - TABLE DES ILLUSTRATIONS

page	code	CONTENU
4	Ph. 1	<i>Trentepohlia aurea</i>
6	Ph. 2	<i>Cladonia rangiferina</i>
8	Ph. 3	<i>Nostoc commun</i>
«	Ph. 4	Chapelets de cellules de <i>Nostoc commun</i>
9	Fig. 1	Arbre du vivant selon Le Petit Larousse Illustré 2010
10	Fig. 2	Arbre phylogénétique de la vie selon Wikipédia
12	Ph. 5	<i>Lepraria incana</i>
13	Ph. 6	Présence de <i>Trebouxia</i>
«	Ph. 7	Présence de <i>Trentepohlia</i>
15	Ph. 8	<i>Physcia adscendens</i> sur <i>Buxus sempervirens</i>
16	Ph. 9	Passerelle métallique enjambant la voie ferrée à Frouard
«	Ph. 10	Lichens sur ladite passerelle
«	Ph. 11	Piste entourant le stade intercommunal de sport de Frouard-Pompey
«	Ph. 12	Gros plan sur les lichens proliférant sur ladite piste
17	Fig. 3	Carte des zones climatiques de France
18	Ph. 13	Ceintures colorées de lichens
«	Ph. 14	<i>Hydropunctaria maura</i>
20	Ph. 15	<i>Lobaria pulmonaria</i>
21	Ph. 16	<i>Pseudevernia furfuracea</i>
22	Ph. 17	<i>Rhizocarpon geographicum</i>
23	Ph. 18	Thalle crustacé de <i>Lecanora muralis</i>
«	Ph. 19	Thalle squamuleux primaire de <i>Cladonia coniocraea</i>
«	Ph. 20	Thalle foliacé de <i>Flavoparmelia caperata</i>
«	Ph. 21	Thalle fruticuleux d' <i>Evernia prunastri</i>
24	Ph. 22	Thalle composite de <i>Cladonia chlorophea</i>
«	Ph. 23	Thalle gélatineux de <i>Collema cristatum</i>
«	Ph. 24	Coupe du thalle gélatineux de <i>Collema flaccidum</i>
«	Fig. 4	Thalle homéomère
25	Ph. 25	Coupe d'un thalle foliacé
«	Fig. 5	Thalle hétéromère stratifié
«	Ph. 26	Coupe du thalle fruticuleux en tiges d'un <i>Usnea</i>
«	Fig. 6	Thalle hétéromère radié d' <i>Usnea</i>
26	Ph. 27	Thalle crustacé placodiomorphe de <i>Lecanora muralis</i>
«	Ph. 28	Thalle crustacé non lobé de <i>Graphis elegans</i>
«	Ph. 29	<i>Pertusaria albescens</i>
«	Ph. 30	<i>Rhizocarpon lecanorinum</i>
27	Ph. 31	<i>Aspicilia calcarea</i>
«	Ph. 32	<i>Pertusaria pertusa</i>
«	Ph. 33	Thalle crustacé granuleux
«	Ph. 34	<i>Lepraria incana</i>
28	Ph. 35	Thalle foliacé ombiliqué
«	Ph. 36	<i>Peltigera canina</i>
«	Ph. 37	<i>Lecidella elaeochroma</i>
«	Ph. 38	<i>Physcia caesia</i>
29	Ph. 39	<i>Evernia prunastri</i>
«	Ph. 40	<i>Ramalina fraxinea</i>
«	Ph. 41	<i>Usnea lapponica</i>

page	code	CONTENU
29	Ph. 42	<i>Usnea subfloridana</i>
«	Ph. 43	<i>Cladonia chlorophaea</i>
«	Ph. 44	<i>Cladonia rangiferina</i>
30	Ph. 45	<i>Collema cristatum</i>
«	Ph. 46	Isidies de <i>Pseudevernia furfuracea</i>
«	Ph. 47	Soralies d' <i>Hypogymnia tubulosa</i>
31	Ph. 48	Apothécies de <i>Cladonia macilenta</i>
«	Ph. 49	Lirelles de <i>Graphis elegans</i>
32	Ph. 50	Apothécies lécanorines de <i>Xanthoria parietina</i>
«	Ph. 51	Apothécies en disque pédicellé de <i>Ramalina fraxinea</i>
«	Ph. 52	Coupe d'une apothécie de <i>Phaeophyscia orbicularis</i>
«	Fig. 7	Coupe d'une apothécie en disque de <i>Phaeophyscia orbicularis</i>
33	Ph. 53	Coupe d'un périthèce
«	Fig. 8	Coupe d'un périthèce
«	Ph. 54	Cils d' <i>Anaptychia ciliaris</i>
«	Ph. 55	Fibrilles d' <i>Usnea subfloridana</i>
34	Ph. 56	Rhizines de <i>Parmelia sulcata</i>
«	Ph. 57	Veines de <i>Peltigera canina</i>
35	Ph. 58	<i>Pertusaria pertusa</i>
46	Ph. 59	<i>Parmelina tiliacea</i>
44	Ph.60	<i>Pertusaria albescens</i>
46	Ph. 61	Jardin de <i>Cladonia</i>
52	Ph. 62	<i>Ramalina fraxinea</i>
56	Ph. 63	<i>Bryoria</i> et <i>Usnea</i>
60	Ph. 64	<i>Anaptychia ciliaris</i>



Photo 64 : *Anaptychia ciliaris*

12 - GALERIE DE PHOTOS



Amandinea punctata (syn. *Buelia* p.)



Anaptychia ciliaris



Arthonia radiata



Aspicilia calcarea



Bagliettoa marmorea



Beomyces rufus



Bryoria capillaris



Caloplaca aurantia



Cladonia chlorophaea



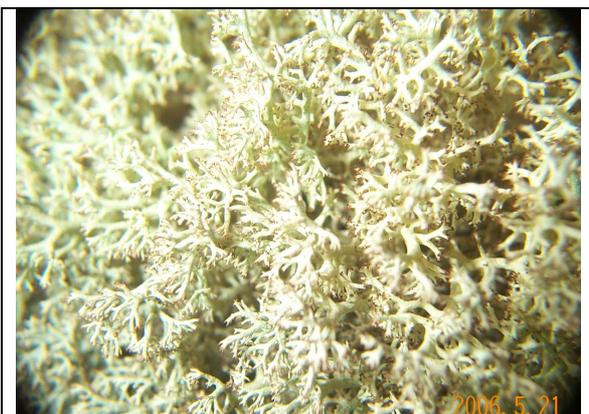
Cladonia coniocraea



Cladonia fimbriata



Cladonia macilenta



Cladonia rangiferina



Cladonia rangiformis



Cladonia squamosa



Collema cristatum



Evernia prunastri



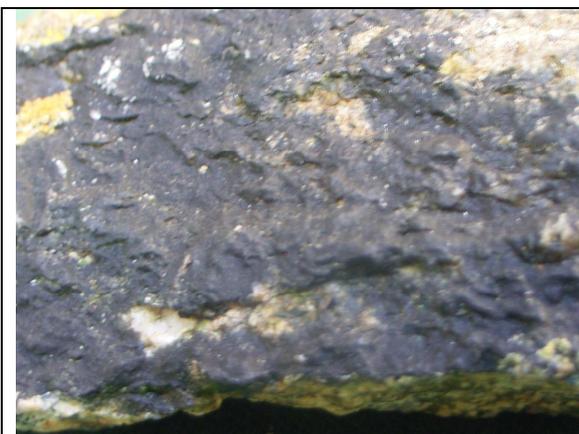
Flavoparmelia caperata (syn. *Parmelia c.*)



Flavoparmelia soledians



Graphis elegans



Hydropunctaria maura



Hypogymnia tubulosa



Lecanora allophana



Lecanora muralis



Lecidella elaeochroma



Lobaria pulmonaria



Opegrapha atra



Parmelia sulcata



Parmelina tiliacea



Peltigera aptosa



Peltigera canina



Pertusaria albescens



Pertusaria amara



Pertusaria pertusa



Phaeophyscia orbicularis



Physcia aipolia



Physcia adscendens



Physcia caesia



Physcia leptalea



Plastimatia glauca



Pleurosticta acetabulum (syn. *Parmelia a.*)



Pseudevernia furfuracea



Ramalina farinacea



Ramalina fastigiata



Ramalina fraxinea



Rhizocarpon geographicum



Rhizocarpon lecanorinum



Usnea filipendula



Usnea florida



Usnea lapponica



Usnea rubiconda



Usnea subfloridana



Xanthoria elegans



Xanthoria parietina

