



COMpte-rendu

Microscopie chez les lichens

Auteur : Paul Archambaux

Institut Agro
(Rennes, 35)

18/01/2024

Objet : séance de découverte du monde de la lichénologie le jeudi 18 janvier 2024 dans les locaux de l'Institut Agro Rennes-Angers sur le campus de Rennes.

Animateur : Paul Archambaux

Contact : archambaux.paul@gmail.com ; 5 chemin d'Irvil, 52230 AINGOULAINCOURT



TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	
<i>Introduction</i>	3
<i>Qu'est-ce qu'un lichen ?</i>	4
<i>Leurs habitats</i>	5
II. LE THALLE	
<i>Les différents types de thalles</i>	6
<i>Structures portées par le thalle</i>	8
<i>Eléments de reproduction asexuée</i>	10
III. REPRODUCTION SÉXUÉE	
<i>Les apothécies</i>	12
<i>Les périthèces et lirelles</i>	13
IV. MÉTABOLITES SECONDAIRES	
<i>Les réaction colorées</i>	14
<i>Cristallographie</i>	15
V. LICHÉNICOLES, QU'EST-CE ?	
<i>Les organismes lichénicoles</i>	16
VI. CONCLUSION	
<i>Conclusion</i>	17

I. INTRODUCTION

LA LICHÉNOLOGIE



La lichénologie est un domaine spécifique de la mycologie. Peu étudiée et souvent oubliée, cette science demande une observation minutieuse et rigoureuse de nombreux caractères qui sont très souvent de petite taille. Ce document présente, de manière générale, l'ensemble des éléments nécessaires en lichénologie.



La lichénologie est le terrain de jeu de quelques passionnés (~400 en France). La plupart sont membres de l'Association Française de Lichénologie (connue sous le nom d'AFL) dont le site internet est disponible sur le lien suivant : <https://www.afl-lichenologie.fr/> De nombreuses fiches de description de lichens ont été réalisées et sont disponibles sur le site. Cela permet de disposer d'une bonne source d'informations.

Le patrimoine lichénique français est fort peu étudié en raison du manque de personnes qualifiés, mais également du fait que peu d'inventaires ne soient réalisés. Ainsi, les connaissances relatives à la distribution des lichens sont inexistantes d'un point de vue communale, et très disparates selon l'échelle départementale. Il est donc nécessaire de sensibiliser la lichénologie auprès du public dans le but de valoriser notre patrimoine.

La séance d'aujourd'hui a donc pour but d'offrir les premières clefs d'entrée dans le monde oublié de la lichénologie.



I. INTRODUCTION

QU'EST-CE QU'UN LICHEN



Le lichen résulte d'une symbiose entre un mycobionte (un champignon) et un phytobionte (une algue et/ou une cyanobactéries). Le champignon est, dans la plupart des lichens, un Ascomycète, mais il peut également être un Basidiomycète.

Dans le lichen, seul le champignon est capable de se reproduire de manière sexuée, c'est pourquoi le champignon donne son nom au lichen.

Le phytobionte produit des sucres et des vitamines B et le mycobionte apporte de l'eau et des sel minéraux. L'ensemble de ses éléments sont remobilisés par le champignon pour produire des acides lichéniques utiles au lichen pour se protéger (soleil, acarien, etc.).



Les lichens sont largement utilisés dans le monde entier. On a tout d'abord l'image des Caribous qui s'en nourrissent, mais ce n'est pas la seule utilisation.

Les lichens sont également très utilisés en parfumerie (plus de 6 000 tonnes par an). Ils permettent d'apporter des fragrances spécifiques, mais sont aussi de très bon fixateur de molécules odorantes.



Les lichens étaient autrefois utilisés pour la réalisation de teinture. Ils sont aujourd'hui très utilisés pour mesurer et suivre la qualité de l'air. Ils sont de très bons indicateurs de pollutions dans la mesure où ils sont sensibles aux émissions de soufre et d'azote.

En France, il existe plus de 2500 lichens dont certains sont en dangers, car ils sont menacés par la pollution et le recul de leur habitat.

I. INTRODUCTION

LES HABITATS :



Les lichens sont omniprésents sur Terre. On les retrouve partout, hormis dans les lieux constamment immersés (mers, océans) ou non éclairés (grottes, tunnel).

Les habitats sont multiples et variés. Ainsi, nous pouvons les retrouver sur pierre, sur l'écorce des bois ou encore sur la terre. On les appelle donc respectivement des lichens saxicoles (1), corticoles (2) et terricoles (3). Toutefois, on peut également les retrouver sur d'autres supports plus inattendus à l'image de panneaux de signalisation, de

trottoirs ou encore de feuilles (chez les espèces végétales persistantes).

Certains lichens poussent même sur d'autres lichens. On les appelle les lichens lichénicoles !

En définitive, les lichens peuvent s'installer sur de nombreux supports du moment où aucune perturbation ne vient entacher son développement. Rappelons cependant, que le lichen se développe de manière très lente et est donc très sensible aux variations de son milieu.



II. LE THALLE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE THALLE



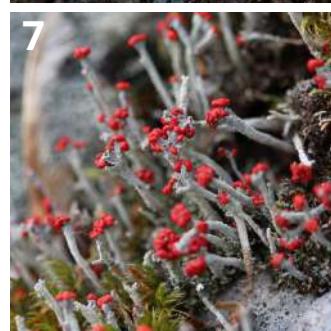
Les lichens existent sous plusieurs formes. Macroscopiquement, on distingue 3 grands types de lichens :

- Les lichens crustacés (le thalle adhère au substrat, Cf. image 1).
- Les lichens foliacés (le thalle se décroche facilement du substrat, Cf. image 2).
- Les lichens fruticuleux (le thalle est développé dans toutes les dimensions, Cf. image 3 et 4).



Toutefois, il existe également d'autres types de thalle. On rencontre des lichens squamuleux (le thalle est réduit à de petites squames, Cf. image 5), des lichens lépreux (le thalle est semblable à de

la farine, Cf. image 6), mais il existe aussi des thalles complexes. Ces thalles sont en réalité constitués d'un thalle primaire (foliacé à squamuleux) et d'un thalle secondaire (en forme de trompette ou en alène) qu'on appelle podétion. Les images 7 et 8 nous illustrent différents thalles complexes que nous pouvons rencontrer



L'ensemble des clés de détermination des lichens se base sur la forme du thalle. Il est donc important de distinguer les multiples formes qu'il peut prendre. Cependant, il n'est pas toujours facile de connaître la nature du thalle, c'est

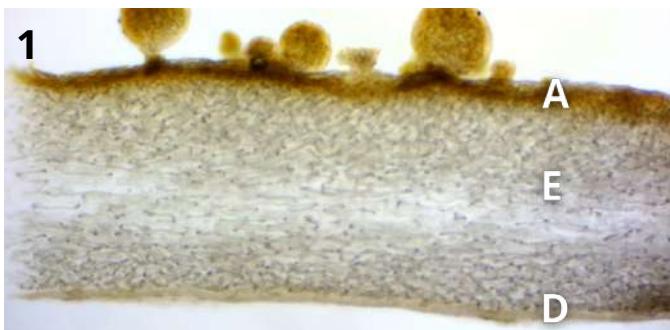
II. LE THALLE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE THALLE



pourquoi, l'étude microscopique est parfois nécessaire pour appréhender leur structure anatomique.

Les lichens possèdent une structure anatomique assez uniforme. Nous pouvons d'une part étudier les thalles homéomères (dont l'organisation interne est homogène, Cf. image 1) et les thalles hétéromères (dont l'organisation interne est structurée, Cf. image 2).



Chacun de ces thalles est constitué d'un cortex supérieur (A) et d'un cortex inférieur (D). Le cortex correspond à des cellules jointes

de champignon. Chez le lichen à thalle hétéromère, on distingue bien la couche algale (B) et la médulle (C). La médulle correspond à des hyphes lâches de champignon. Chez le lichen à thalle homéomère, nous observons une couche (E) où le mycobionte et le photobionte sont en mélange.

Mais ce n'est pas la seule différence. Les thalles foliacés (image 1 et 2) nous montrent la présence d'un cortex inférieur (D) alors qu'en n'en retrouve pas chez les lichens fruticuleux (Cf. image 3). En effet, leur structure est radiée (concentrique) alors que chez les foliacés, celle-ci est stratifiée.



Enfin, les lichens crustacés aussi ne possèdent pas de cortex inférieur, mais celui-ci est remplacé par un hypothalle très fin constitué d'hyphes de champignon très dense.

II. LE THALLE

STRUCTURES PORTÉES PAR LE THALLE



Le thalle des lichens peut porter de multiples structures dont les fonctions ne sont, à ce jour pas encore clairement définies.

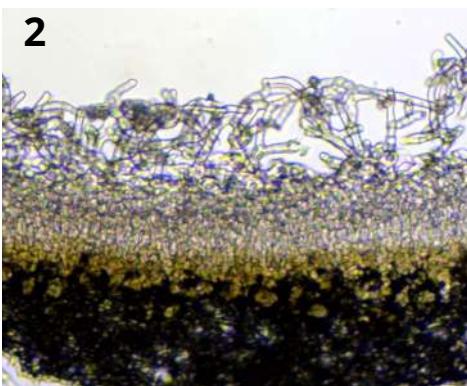
Ces structures peuvent être un prolongement d'un hyphe (appelé poil, Cf. image 1) ou de plusieurs hyphes (appelé cil, Cf. image 2) portées par la face supérieure du lichen. Le tomentum résulte d'une forte densité de poils.

Si ce prolongement d'hyphes est porté sur la face inférieure, il porte alors le nom de rhizine (Cf. image 3). Ces hyphes sont généralement

induits d'une substance gélatineuse.

Chez certaines espèces, on peut retrouver des ramifications plus ou moins grandes contenant des hyphes et le photobionte. Cela permettrait d'augmenter la surface photosynthétique. Tel est le cas avec les fibrilles (Cf. image 4).

Ces structures sont généralement essentielles pour la détermination des espèces. C'est le cas avec les veines chez le genre *Peltigera*. Il s'agit d'un réseau d'hyphes situé sur la face inférieure du thalle (Cf. image 5 et 6).



II. LE THALLE

STRUCTURES PORTÉES PAR LE THALLE



Le thalle peut également changer de couleur suite aux structures qui le composent. En effet, quelques fois, la face supérieure du thalle peut posséder des stries de couleur blanchâtre. On les appelle les pseudocyphelles (Cf. image 1). Elles résultent d'un amincissement de la couche algale laissant donc apparaître une couleur plus claire (Cf. image 2).

De nature différente des pseudocyphelles, la pruine donne également un côté généralement blanchâtre sur la surface supérieure du thalle. Cette pruine est constituée

en réalité de cristaux d'oxalate de calcium (Cf. image 3). Ces cristaux serviraient de défense contre les organismes prédateurs.

Enfin, la surface supérieure du thalle peut aussi posséder des céphalodies (Cf. image 4). Il s'agit d'une excroissance du cortex contenant les hyphes du mycobionte et un photobionte secondaire, différent de celui majoritairement contenu dans le thalle (Cf. image 5). On retrouve les céphalodies chez les *Peltigera* (Cf. image 6) et leur présence ou non, constitue un réel critère de détermination.



II. LE THALLE

ELEMENTS DE REPRODUCTION ASEXUÉE



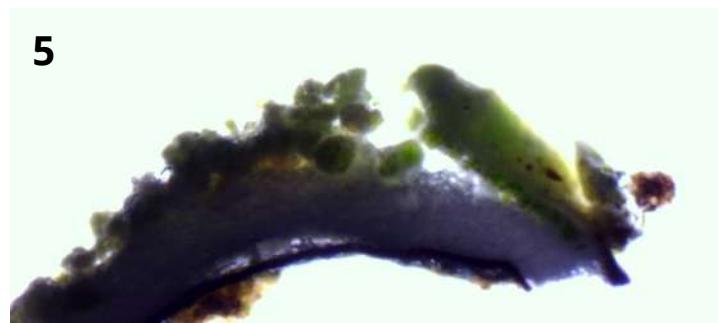
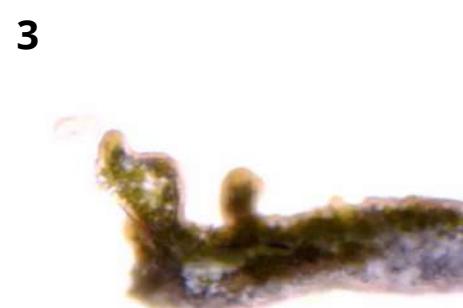
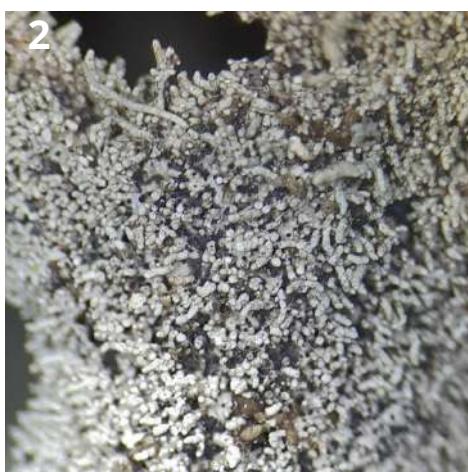
La multiplication végétative des lichens est très importante. Elle intervient via la dissémination de bouture dans l'environnement. Plusieurs façons sont possibles :

Premièrement, le thalle peut être fragmenté lorsqu'il est piétiné (généralement pour les lichens terricoles, Cf. image 1). Attention, le piétinement ne doit être récurrent.

Ensuite, il existe sur le thalle, des structures particulières permettant la multiplication végétative. Ces structures naissent du cortex.

Nous pouvons observer les isidies (Cf. image 2). Il s'agit d'excroissance contenant des hyphes et le photobionte, entouré de manière continue par le cortex supérieur (Cf. image 3). Lorsqu'une pression est exercée sur les isidies, elles peuvent se fragmenter : cela crée des boutures.

Les lichens peuvent également posséder des soralies (Cf. image 4). Il s'agit de tâches farineuses disposées sur la face supérieure du lichen. Elles résultent de la déchirure du cortex supérieur (Cf. image 5).

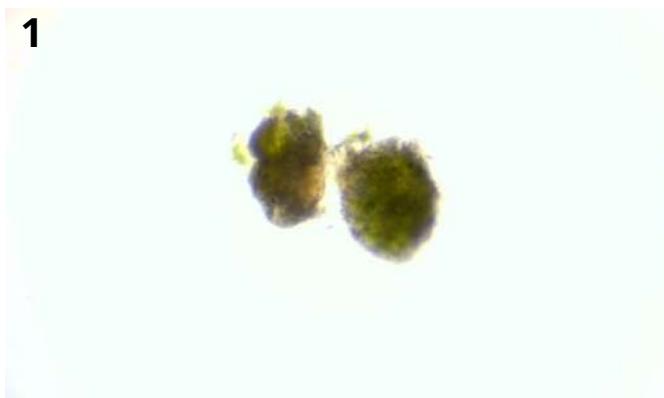


II. LE THALLE

ELEMENTS DE REPRODUCTION ASEXUÉE

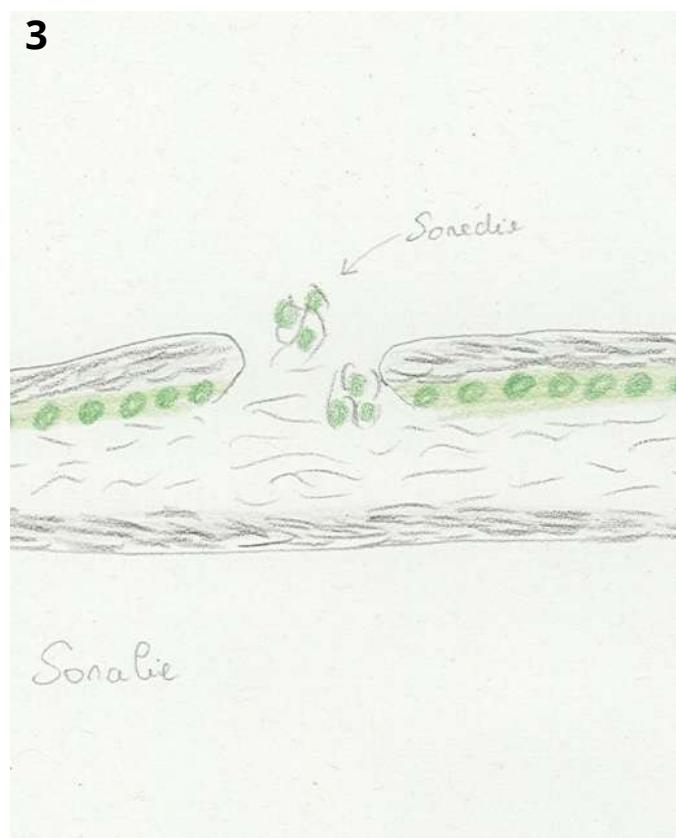
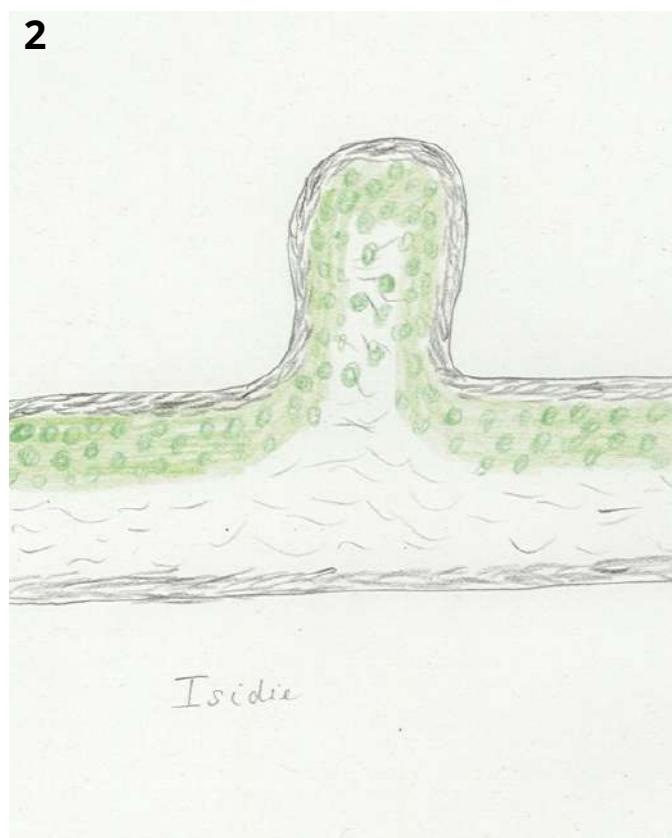


Ainsi, chez les sorédies, le cortex est interrompu. Les petits amas qui s'en échappent portent le nom de soralies. Elles sont constituées d'hyphes et du photobionte (Cf. image 1).



L'ensemble de ces éléments sont importants car les clefs de détermination se basent sur ces caractères. Leurs formes, leurs localisations, leur tailles sont aussi des éléments à prendre en compte au moment de l'identification. Les schémas (images 2 et 3) permettent de mieux comprendre ces structures.

La reproduction végétative reste le mode de multiplication le plus utilisé par les lichens. Nombreux sont ceux qui forment ces structures.



III. REPRODUCTION SEXUÉE

LES APOTHÉCIES

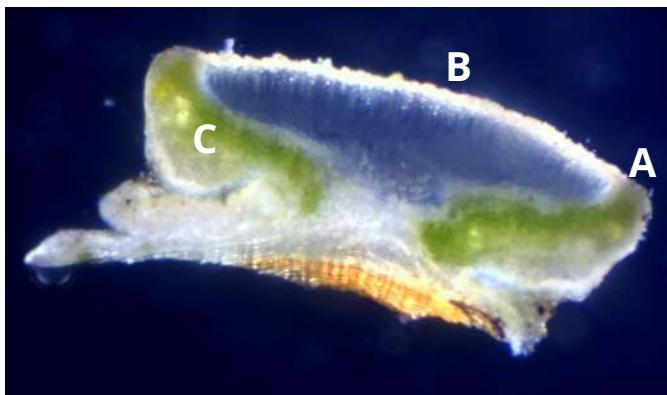


Les apothécies sont des organes de reproduction sexuée du champignon uniquement. Elles produisent des spores, qui une fois libérée doivent germer et trouver le phytobionte. Il existe deux types d'apothécies. Leur reconnaissance est importante pour les clefs détermination. Un schéma récapitulatif est présenté en Annexe 2.

Les apothécies lécanorines

Ces apothécies possèdent un rebord (A) de couleur différente de celui du disque (B).

Cela s'explique microscopiquement du fait que la couche algale (C) remonte jusqu'au niveau de l'apothécie. Le rebord prend donc une couleur similaire au thalle.



Les apothécies lécidéines

Ces apothécies possèdent un rebord (D) concolore à celui du disque (E).

Cela s'explique du fait que la couche algale ne borde pas le rebord de l'apothécie. L'apothécie est donc d'une seule couleur. Attention, le disque de l'apothécie peut être recouvert d'une pruine.



III. REPRODUCTION SEXUÉE

LES PÉRITHÈCES ET LIRELLES



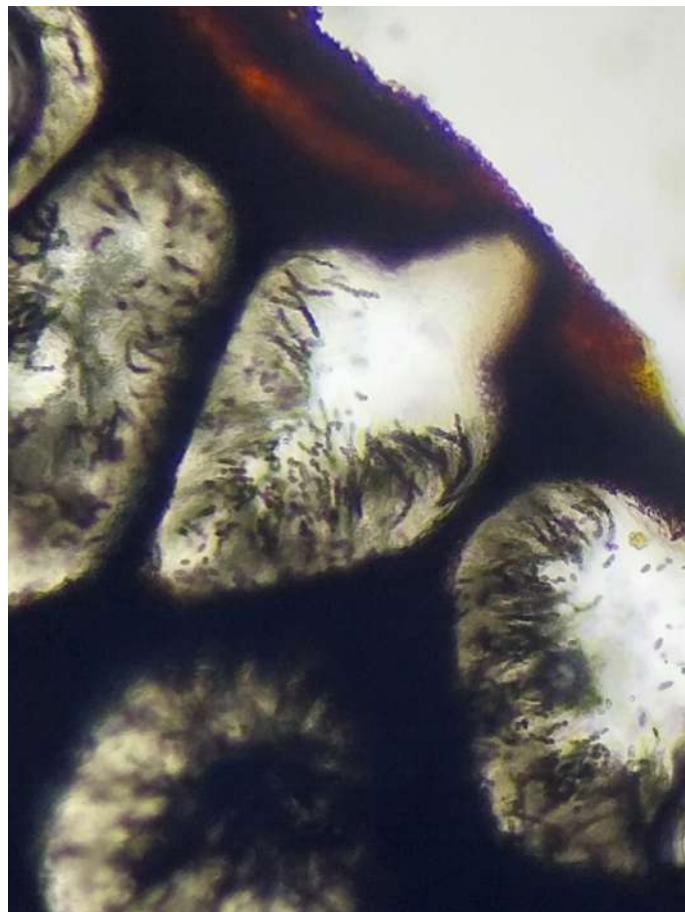
Il existe aussi d'autres organes de reproduction sexuée à l'image des lirelles ou des périthèces.

Les lirelles sont des apothécies linéaires (Cf. ci-dessous), plus ou moins allongées. Elles possèdent une fente en leur milieu. Les lichens à lirelles sont très complexes. Des coupes microscopiques (tailles, forme des spores) sont nécessaires pour différencier les multiples genres.



Les périthèces (Cf. ci dessous) sont des organes en forme de bouteilles. Les spores sont contenues dans une cavité qu'on appelle stroma. Le petit dôme est muni d'un orifice apical qu'on nomme ostiole. Les lichens à périthèces sont peu nombreux.

Les périthèces sont généralement plus ou moins enfouis dans le thalle, voire dans le support (écorce, pierre, etc.).



IV. MÉTABOLITES SECONDAIRES

LES REACTIONS COLORÉES

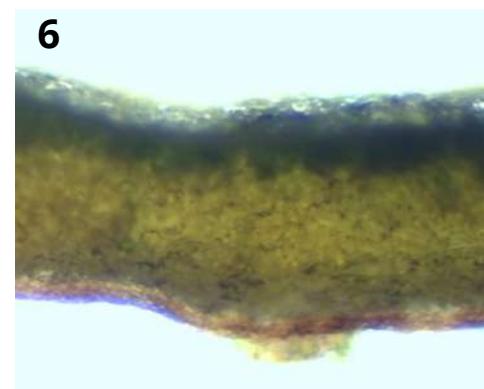
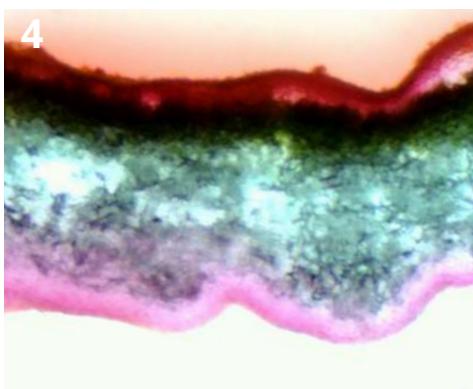


Les lichens produisent des acides lichéniques. Ces acides sont produits par le mycobionte grâce aux sucres produits par le photobionte.

Ces acides sont très importants pour l'identification des lichens. Ils peuvent être contenus dans le cortex, la médulle, etc. Ils sont mis en évidence grâce à des réactifs chimiques à l'image du chlore (noté C, Cf. image 1), de la potasse (noté K, Cf. image 2), du paraphénylène-diamine (noté P, image 3), du lugol (noté I) ou encore de l'acide nitrique (noté N).

Les réactions peuvent être réalisées sur le cortex ($K+$ rouge sur cortex de *Xanthoria sp.*, Cf. image 5) ou sur la médulle ($P+$ jaune sur médulle de *Flavoparmelia caperata*, Cf. avant-après, images 5 et 6).

La plupart des réactions sont à réaliser sur le cortex supérieur, mais il faut quelques fois les réaliser aussi sur la médulle, les apothécies, la pruine ou encore les soralies. Les réactions peuvent également changer de couleur (exemple : jaune puis rouge) ou être plus ou moins fugaces (surtout avec C).



IV. MÉTABOLITES SECONDAIRES

CRISTALLOGRAPHIE

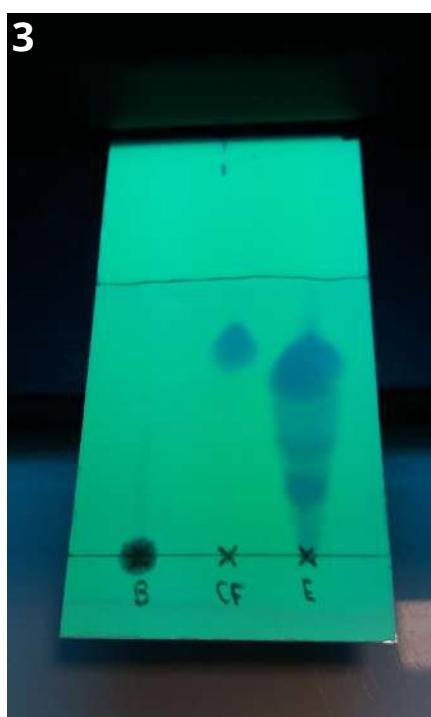
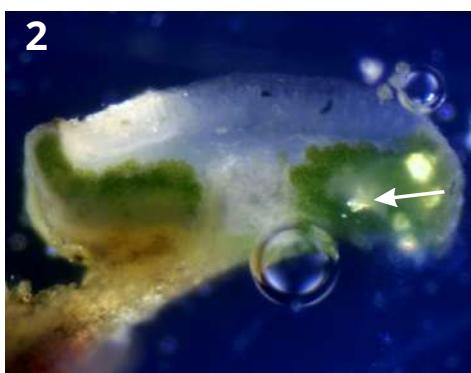


Il existe des lichens qui possèdent des cristaux dans leur structure anatomique. C'est par exemple le cas avec le genre *Lecanora* (Cf. image 1) où on remarque la présence de cristaux dans le disque et le rebord thallin de l'apothécie. L'étude de ces cristaux ainsi que leur solubilité dans les réactifs (Cf. image 2) est essentielle pour la détermination.

Il existe différentes manières de connaître les cristaux contenus dans un lichen. Le dispositif le plus simple est l'étude en lumière polarisée (Cf.

images 1 et 2). Il existe toutefois d'autres techniques comme la chromatographie sur couche mince (Cf. image 3) qui permet de mettre en évidence certains métabolites contenus dans les lichens.

La dernière méthode (ancienne) consiste à extraire les substances lichéniques dans de l'acétone, puis de les faire cristalliser (Cf. images 4 et 5) dans des réactifs cristallogènes. L'observation des cristaux se fait à fort grossissement en lumière polarisée sous microscope.



V.LES LICHENICOLES, QU'EST CE ?

LES ORGANISMES LICHÉNICOLES



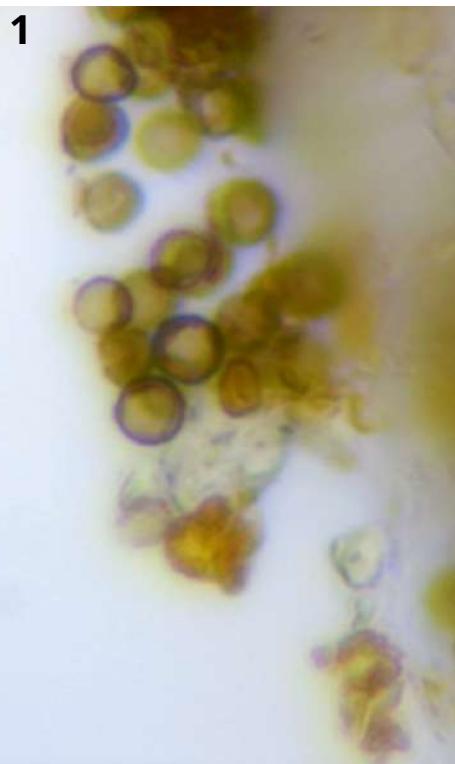
La lichénologie est aussi un domaine où l'on s'intéresse aux organismes se développant sur des lichens où les parasitent. Ils peuvent être des lichens mais aussi simplement des champignons.

On estime qu'il existe plus de 700 champignons lichénicoles en France. Leur reconnaissance demande un œil avisé. Il est très difficile de les apercevoir sur le terrain mais aussi de les identifier.

Cette section à pour but de vous sensibiliser sur la biodiversité

fongique méconnue que peuvent abriter les lichens.

Leur forme et leur couleur varient énormément. Par exemple, *Xanthoriicola physciae* (Cf. image 1, x400) parasite les apothécies jaunes des *Xanthoria* en formant des tâches noires. Au contraire, *Ilosporiopsis christiansenii* se développe aussi sur *Xanthoria* et *Physcia* mais arbore des couleur rose vif (Cf. image 2). D'autres sont immergés dans le thalle de l'hôte mais développent des apothécies pédicellées (Cf. image 3, *Microcalicium* sur *Psilolechia*).



VI. CONCLUSION

ELEMENTS DE SYNTHÈSE



En définitive, l'ensemble des éléments présentés permet d'introduire la complexité et la beauté de la lichénologie.

Aujourd'hui, l'étude des lichens est souvent oubliée même si elle apporte un grand intérêt dans le suivi de la qualité de l'air, la connaissance de nouvelles molécules, ou encore simplement la conservation de notre patrimoine naturel.



Les éléments développés dans ce présent document permettent de débuter dans le domaine de la lichénologie. Ils arborent l'ensemble des principaux éléments de vocabulaire nécessaires à la reconnaissance les lichens.

Cette séance a permis d'ouvrir l'œil sur les détails intéressants de la lichénologie. Des cristaux dans l'apo-

thécie, aux champignons lichénicoles, l'étude de ces organismes regorge de particularités et domaine d'expertise.

De nombreux ouvrages permettent de s'aider à l'instar des guides des lichens (édition Belin, par Chantal Van Haluwyn), le catalogue des lichens (par Claude Roux), et le Likenoj (par Claude Roux). Le site internet de l'AFL est également une excellente référence en matière de lichénologie française.

Je vous souhaite donc de belles découvertes et surtout un œil nouveau sur les lichens.

