

Eléments de Mycologie microscopique

Introduction

Ce document est une initiation à l'étude microscopique des champignons supérieurs. Il présente les principaux éléments microscopiques à observer pour aider à la détermination des espèces rencontrées. La détermination d'un champignon se fait en utilisant des critères macroscopiques de forme, de texture, de couleur, d'odeur et de goût. Dans un grand nombre de cas l'analyse de caractères microscopiques est indispensable pour confirmer une détermination.

Cinq chapitres :

- 1 Asques et basides
- 2 Les surfaces fertiles
- 3 Les spores
- 4 Les cystides
- 5 Les hyphes

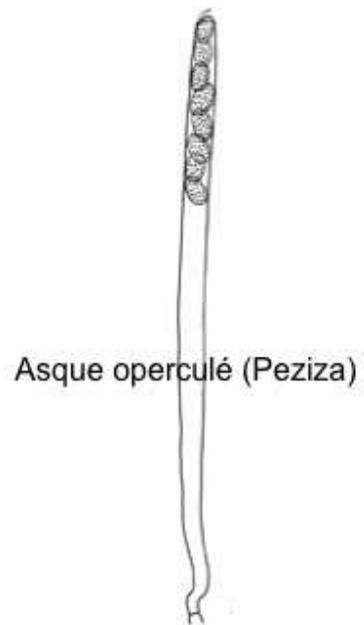
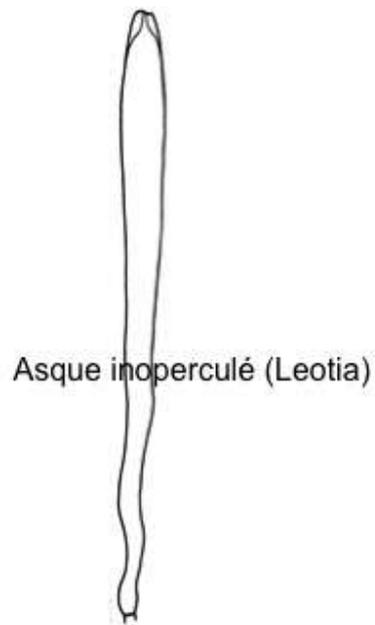
Chapitre 1 Asques et basides

Dans le règne des champignons (fungi), les champignons "supérieurs" appartiennent à deux (sub)divisions : ascomycota et basidiomycota, communément appelées ascomycètes et basidiomycètes en français. Je n'irai pas plus loin dans des considérations de classification : c'est très compliqué, ça change tout le temps à coup d'analyses génétiques et de foules de publications (il faut bien que les chercheurs publient...).

Coup de chance pour les microscopistes, les ascomycètes et basidiomycètes se distinguent (assez) facilement au microscope en observant les cellules reproductrices : asques et basides.

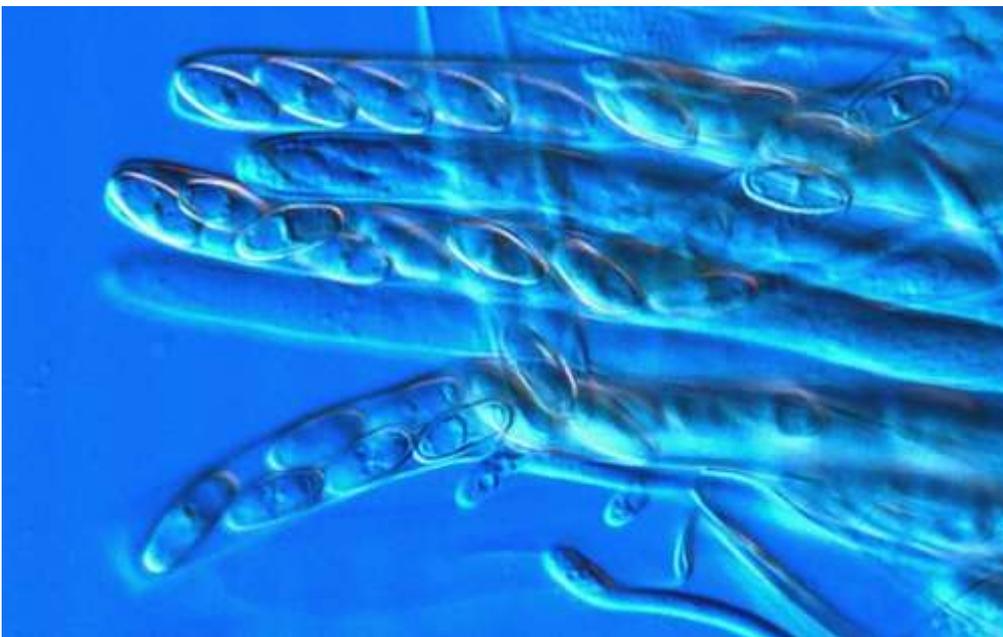
1) Les asques

Ce sont des cellules dont le contenu se transforme en spores. Quand les spores sont mûres, elles sont projetées à l'extérieur de l'asque et servent à la reproduction du champignon. Beaucoup d'asques sont étirés en longueur et contiennent les spores sur un (ou deux) rang. Certains asques sont en forme de ballon. Voici un schéma d'asques :

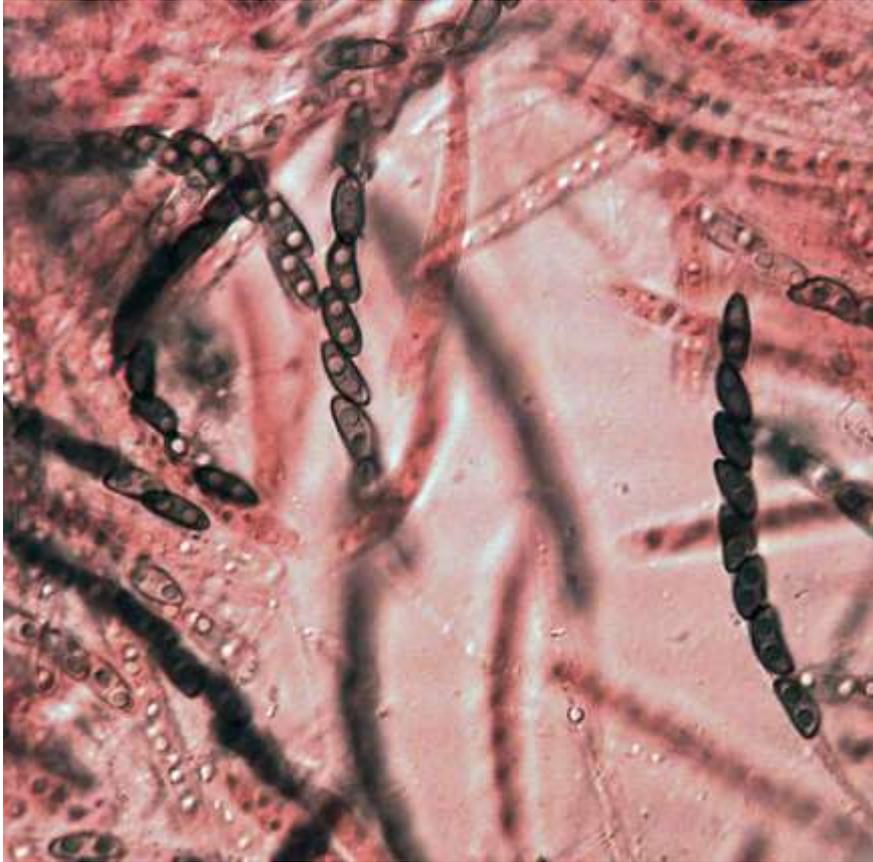


La distinction entre asques operculés et inoperculés est difficile à observer.

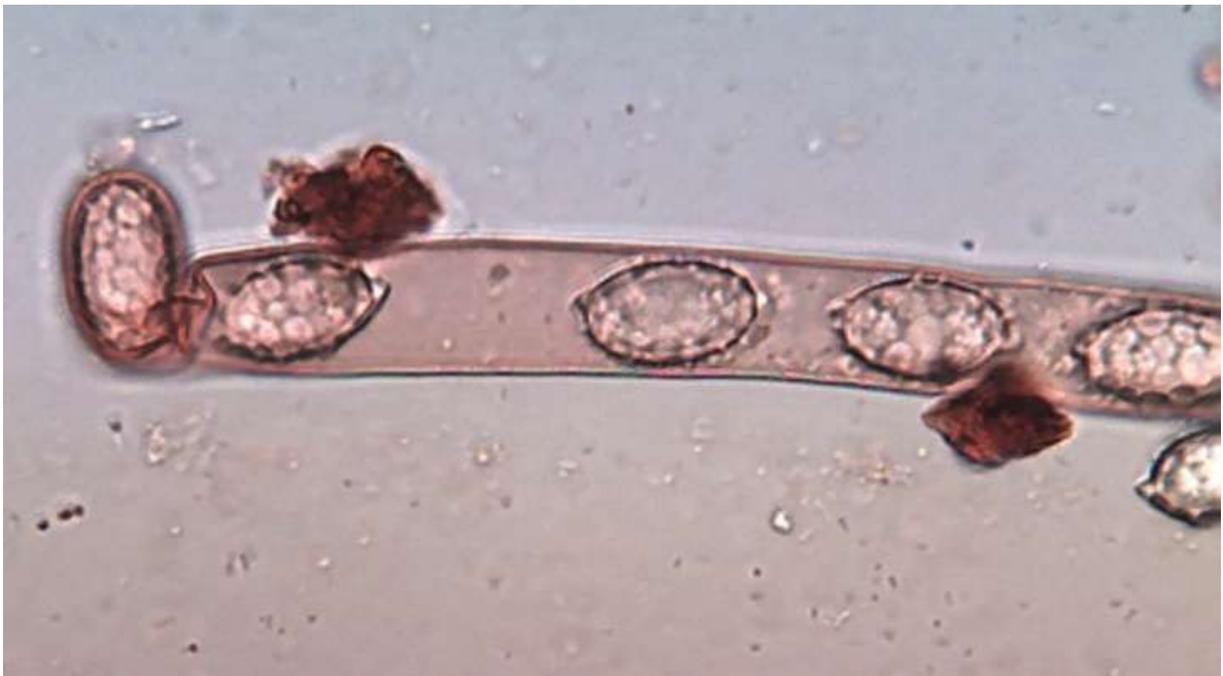
Quelques photos d'asques :



Asques d'*Otidea umbrina*



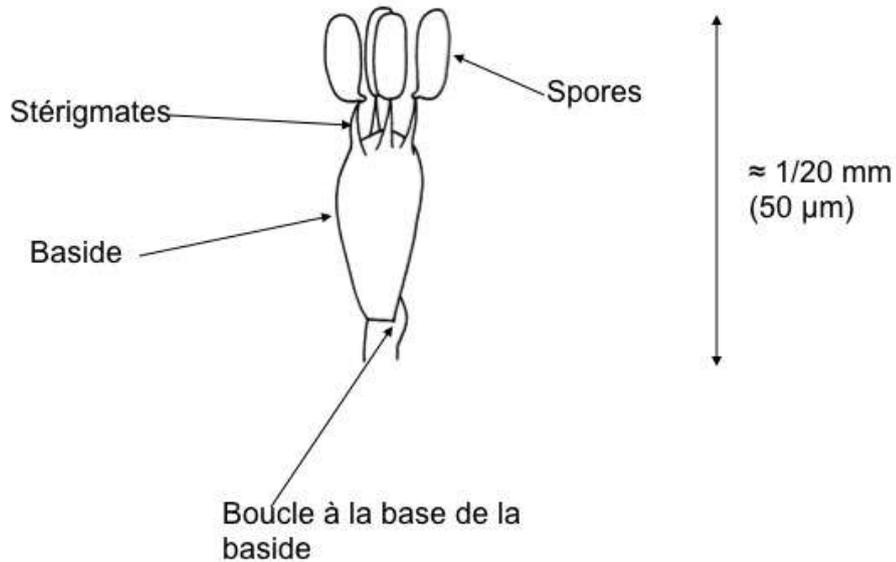
Asques de *Xylaria hypoxylon*



Asques de *Melastiza chateri*

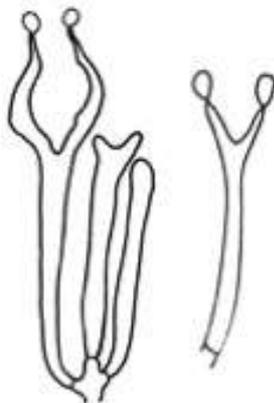
2) Les basides

Les spores se développent à l'extrémité de protubérances de la baside, appelées stérigmates. Quand la spore est mûre elle est éjectée de la baside.

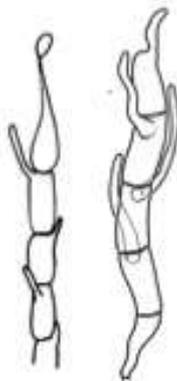


La plupart du temps il y a quatre stérigmates (basides tétrasporées), mais il peut n'y en avoir que deux ou plus de quatre. La dimension indiquée est un ordre de grandeur.

La forme des basides est assez peu variable dans une famille. Chez quelques familles de basidiomycètes gélatineux, les basides ont des formes différentes :



Baside fourchue
(dacrymycetales)



Baside septée
(auriculariales)



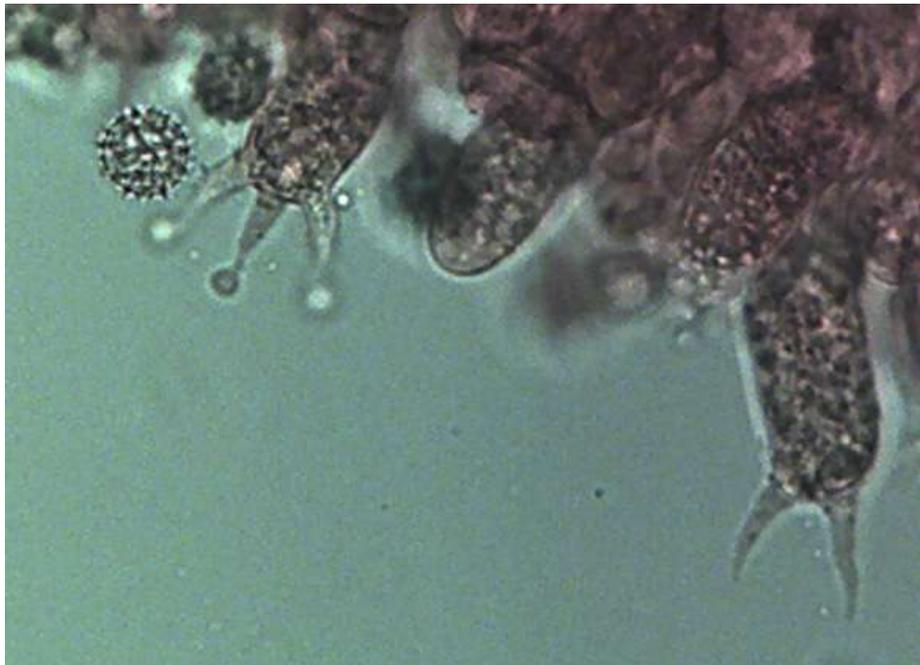
Baside septée
(tremellales)

Quelques photos de basides :



Alnicola melinoides

On voit deux basides tétrasporiques portant des spores



Laccaria affinis

On voit une baside sans spores et une avec des spores en début de formation. La spore mûre est sphérique et épineuse.

Galerina clavata

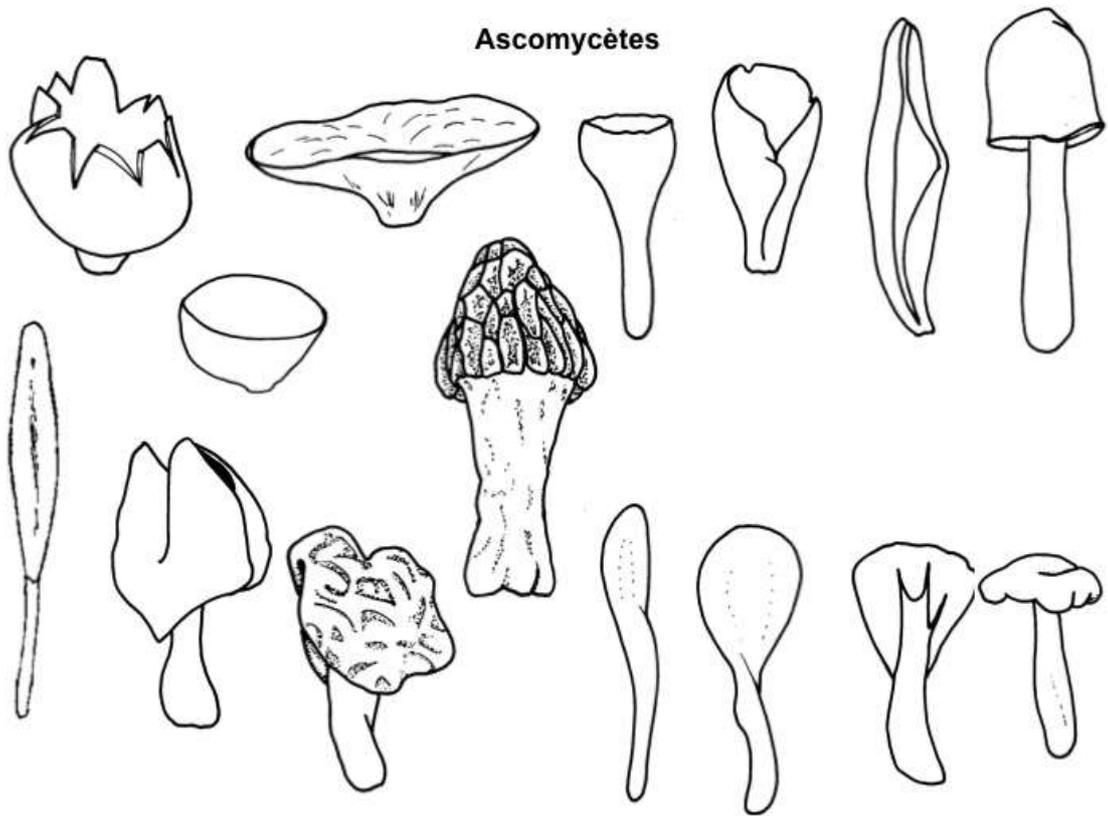


Spores très jeunes et quasiment matures

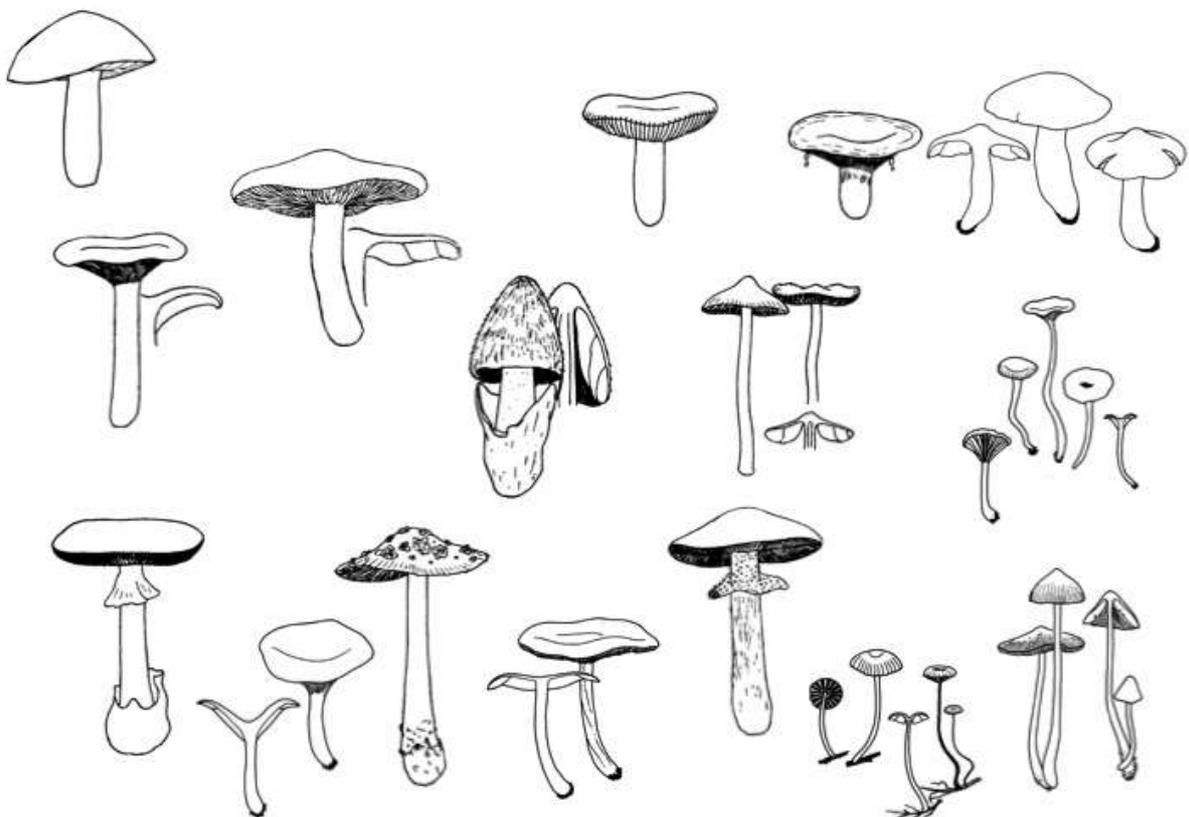
3) Aspect macroscopique

Heureusement pour les mycologues, il n'est pas indispensable de dégainer son microscope pour savoir d'emblée s'il s'agit d'un ascomycète ou d'un basidiomycète, les formes des carpophores (ou sporophores), bref du champignon au sens courant du terme (qui n'est qu'une fructification), sont variées mais différentes dans ces deux groupes (sauf des formes en massue) :

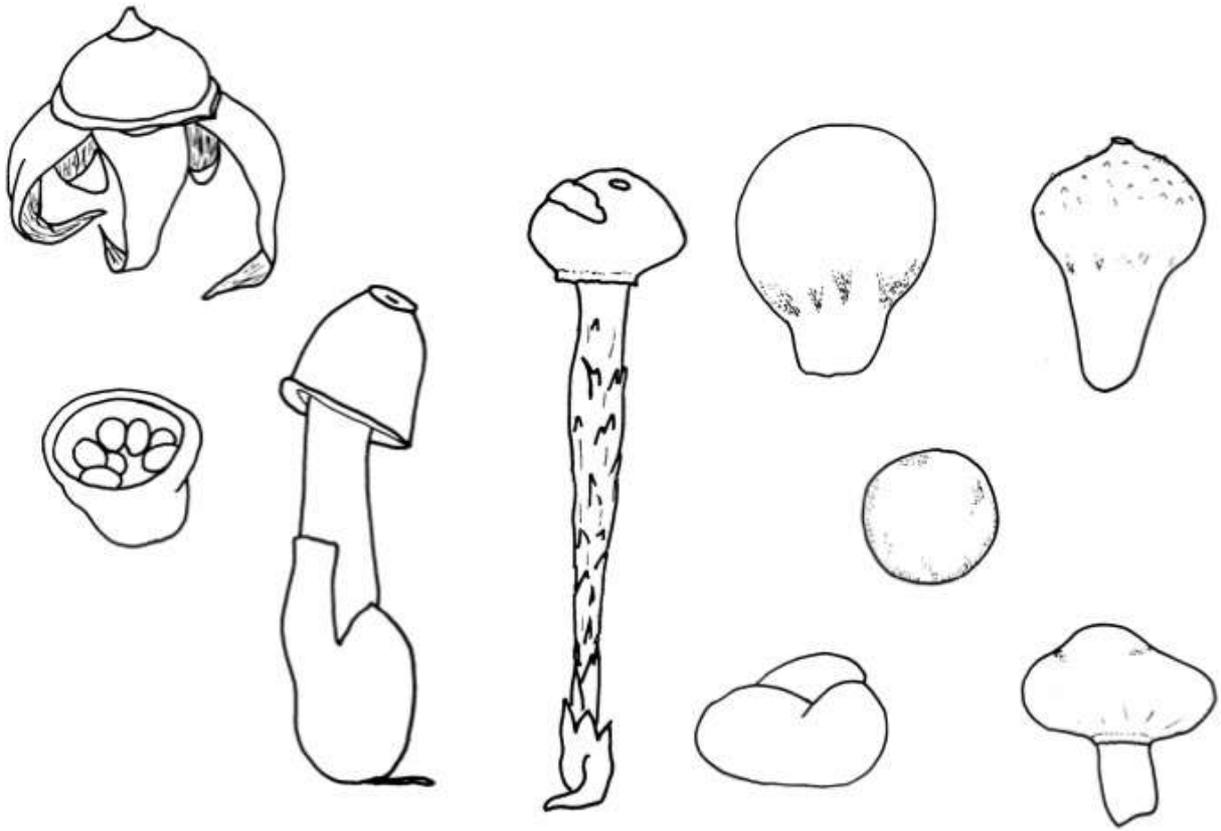
Ascomycètes



Ascomycètes



Basidiomycètes : Champignons à lames



Basidiomycètes : Gastéromycètes

Chapitre 2 Les surfaces fertiles

Le premier chapitre a décrit les asques et les basides. Voyons où on les trouve sur les champignons.

1 Basidiomycètes

1.1 Hymenomycètes

Chez beaucoup de champignons, les basides tapissent une surface et constituent ce qu'on appelle l'hyménium. Chez les champignons à lames, l'hyménium tapisse la surface des lames.



Exemple Cortinarius orellanus (mortel !)

Chez les bolets et les polypores (champignons à tubes, coriaces, poussant souvent sur le bois), il tapisse l'intérieur des tubes :



Exemple Boletus pinophilus

Chez les hydnes, il tapisse les aiguillons qui sont sous le chapeau :



Exemple Hydnum repandum

Enfin il existe des champignons à surface presque lisse (clavaires en forme de massue ou de buisson ; corticiés, formant une croûte sur le bois) recouverte de l'hyménium.

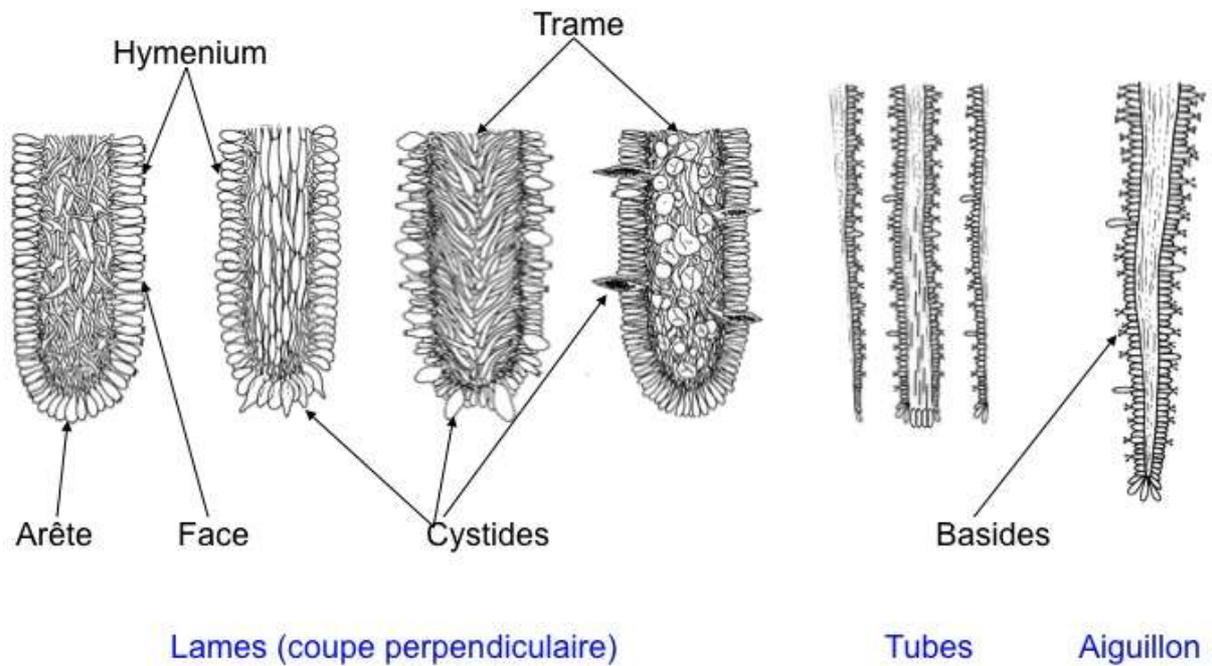


Exemple *Clavulina cristata*

On remarquera que les lames, les tubes et les aiguillons sont les seules manières géométriques de multiplier la surface fertile pour une taille de champignon donnée.

L'hyménium peut être constitué uniquement de basides (toutes ne portent pas de spores et apparaissent sous forme de massue) ou peut contenir des cellules stériles appelées cystides. Contrairement aux basides dont la forme est assez constante dans une famille de champignons, les cystides, de même que les spores, sont beaucoup plus utiles pour aider à la détermination d'une espèce. On appelle trame, la chair du champignon à l'intérieur des lames.

Le dessin suivant présente l'hyménium :



1.2 Gastéromycètes

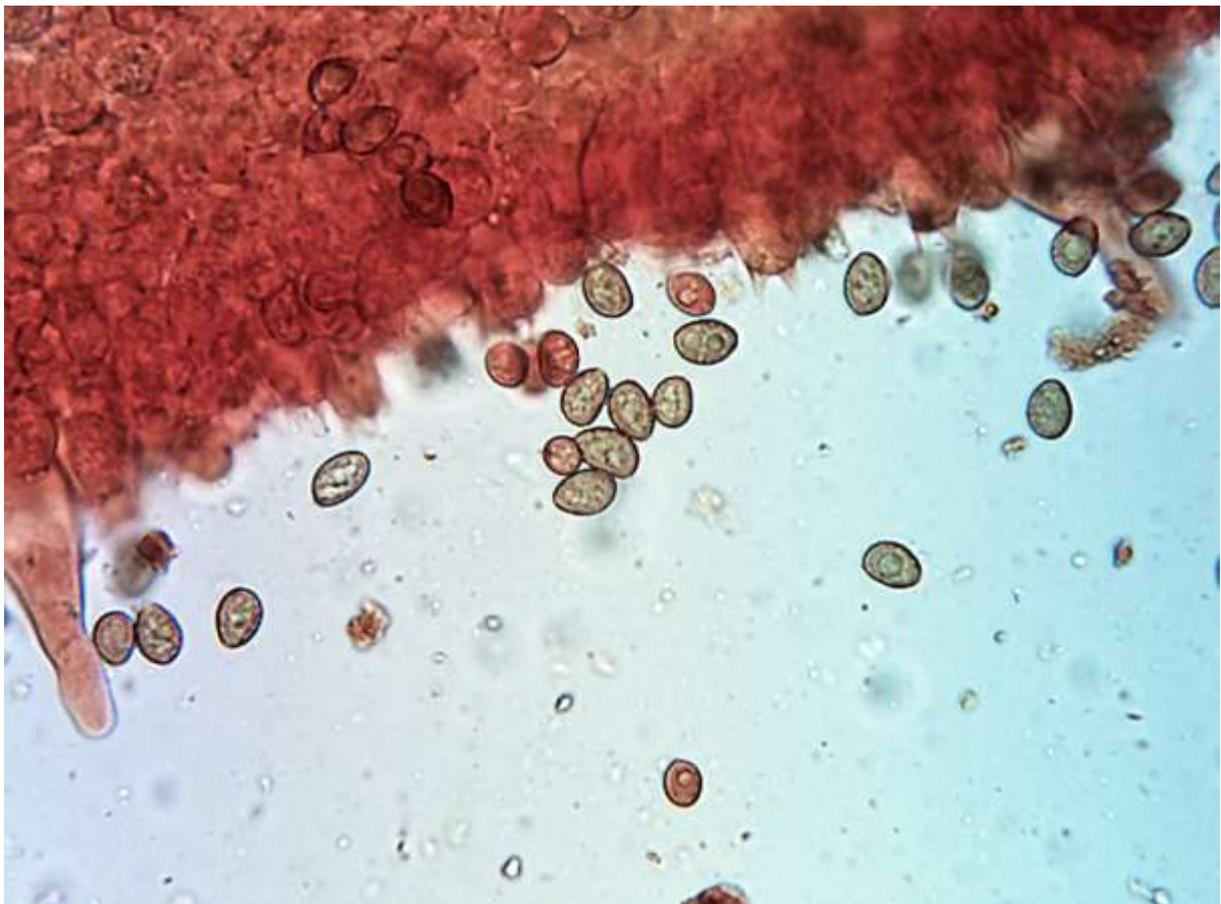
Chez les gastéromycètes (les plus courants sont les Lycoperdon ou vesses-de-loup :



Exemple *Lycoperdon decipiens*

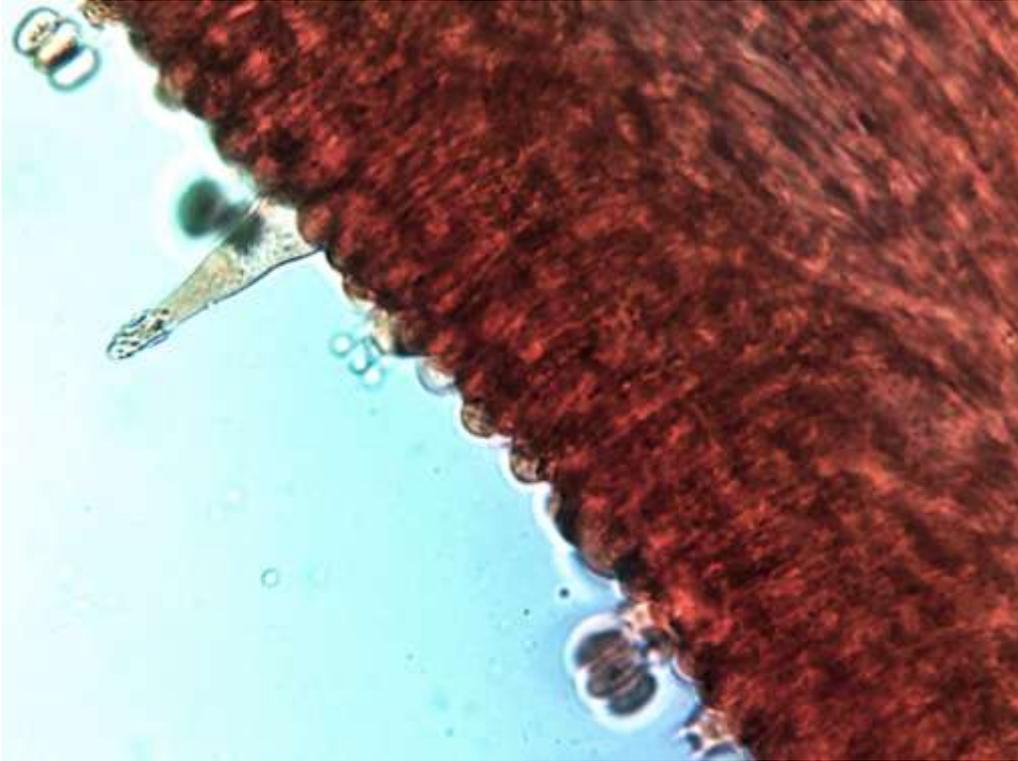
il n'y a pas d'hyménium, mais l'intérieur du champignon (la gleba), généralement blanche chez le jeune, se transforme à maturité en une poudre brune (les spores, généralement sphériques) mélangée à des filaments (le capillitium). Les basides ne sont visibles qu'au stade intermédiaire. Il n'y a donc pas d'hyménium. On observe couramment les spores (dimensions, ornementation) et le capillitium (ramifications, cloisons, perforations).

1.3 Microphotos :



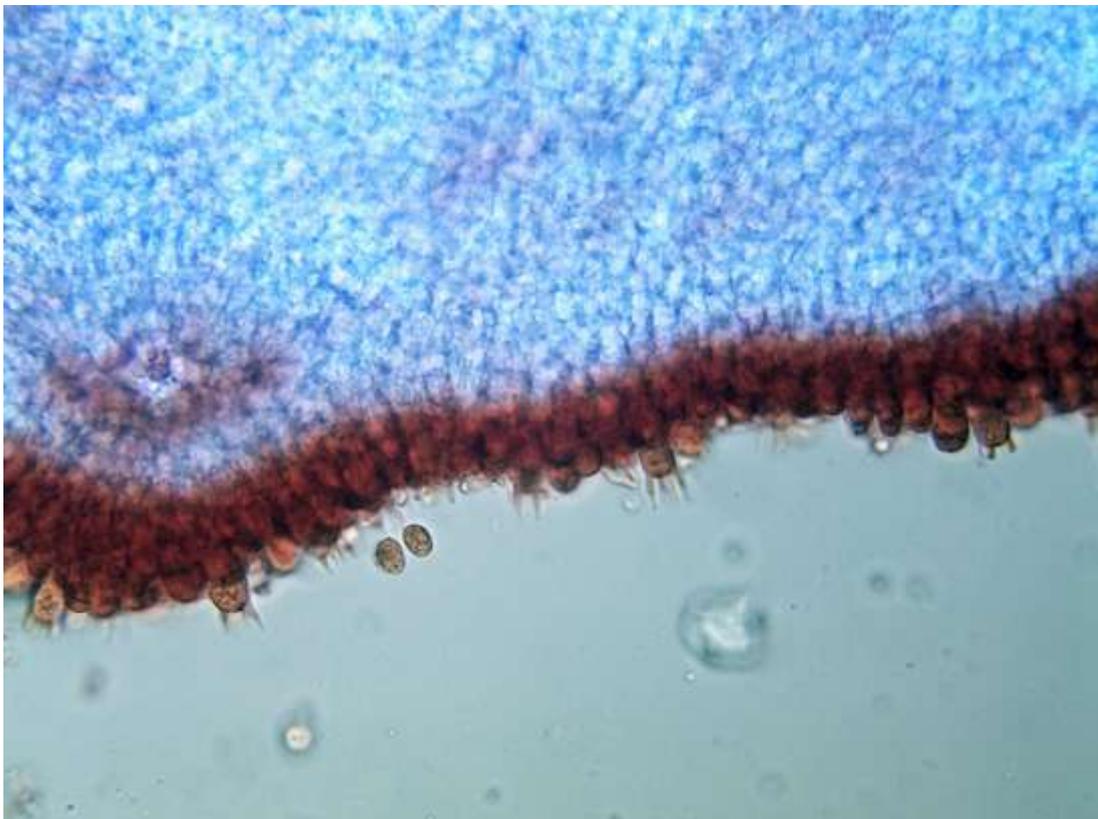
Galerina vittiformis

On voit les basides et des cystides qui dépassent



Melanoleuca nivea

Quelques basides portant des spores et une cystide



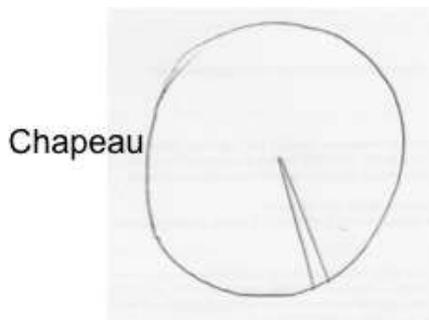
Mycena vitilis

Photos prises avec un objectif 40x, coloration au congo ammoniacal.

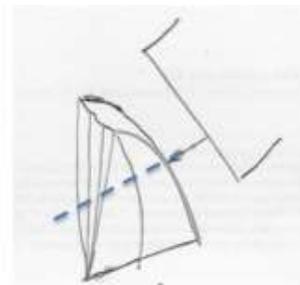
Je n'ai pas d'espèces courantes parce que quand je les connais, je ne me donne pas la peine de faire des préparations...

Pour observer l'hyménium sur un champignon à lames, on peut découper une mince tranche du chapeau, comprenant quelques lames, puis tenant la tranche entre le pouce et l'index, on coupe perpendiculairement à l'arête des lames en commençant par la surface du chapeau. On finit par obtenir un morceau ressemblant à un peigne, que l'on monte entre lame et lamelle. La coupe doit être la plus fine possible. On peut couper à main levée, en travaillant sous une loupe binoculaire. Cette méthode donne quand même une préparation assez épaisse, qui n'est pas la meilleure pour obtenir de belles images des cellules, mais on a l'avantage de bien voir la structure de l'hyménium, ainsi que la structure de la trame.

Coupe



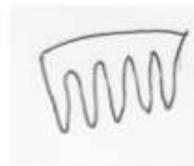
On coupe une tranche ayant quelques lames



On coupe perpendiculairement à l'arête des lames vers le milieu du rayon



On coupe aussi fin que possible



Morceau résultant, souvent moins beau, car se casse si la coupe est bien fine



Spores et capillitium d'un gastéromycète indéterminé

2 Ascomycètes

2.1 Discomycètes

Ce sont des ascomycètes qui ont un hyménium où les asques tapissent une surface. La plupart du temps ces asques sont entremêlés de cellules stériles étroites, les paraphyses. Les discomycètes comprennent des champignons en forme de coupe telle qu'*Aleuria aurantia*, la pezize orangée et *Helvella leucomelanea*, présentes sur le forum, et les morilles, bien connues des gastronomes.



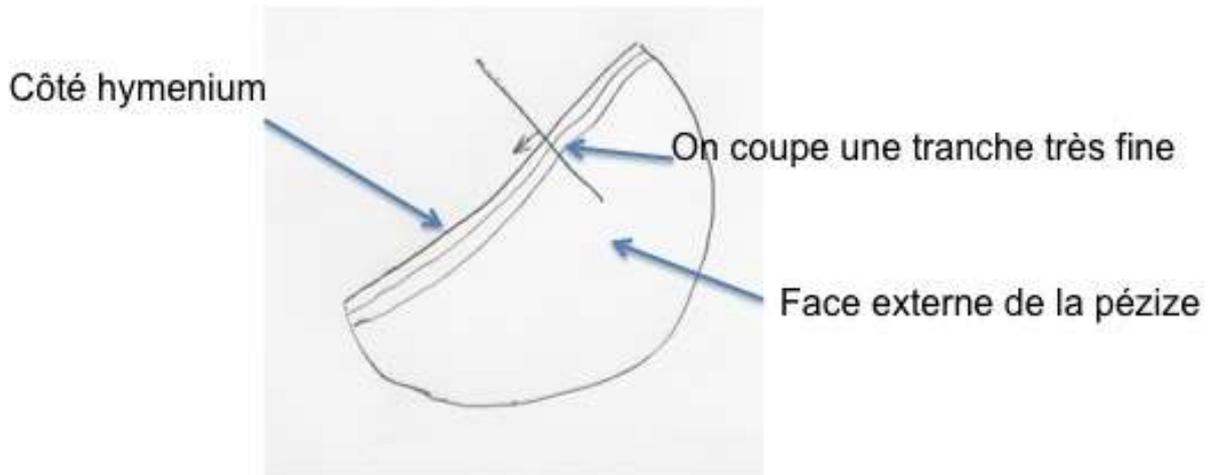
Aleuria aurantia



Otidea alutacea

La photo est de piètre qualité, mais on voit des asques et des paraphyses à sommet en crosse (contraste interférentiel, pas de coloration).

Pour voir les asques et les paraphyses, il suffit de couper un tout petit morceau et de l'écraser entre lame et lamelle. On peut aussi faire une coupe à main levée comme indiqué ci-dessous, toujours sous binoculaire car il s'agit de prélever un tout petit échantillon.



2.2 Pyrénomycètes

Chez les Pyrénomycètes, les asques sont dans de petites loges, les périthèces, à peine visibles à l'œil nu. Il est pratiquement impossible de réaliser une vraie coupe à main levée car les périthèces sont souvent cassants. On se contentera de prélever des asques et des spores (cf. *Xylaria hypoxylon* dans le chapitre 1). Les périthèces sont en général immergés sous la surface du champignon et les spores peuvent sortir par de petits orifices visibles à la loupe binoculaire.



Vue en coupe de périthèces de *Xylaria longipes*

Objectif 2,5 x. La chair est blanche, la peau est noire. Les périthèces sont noirs et les asques en tapissent la surface interne.



Quelques *Xylaria longipes*

Ils poussent en troupe sur des troncs morts. Hauteur 4-5 cm.

Pour l'observation de l'hyménium, le Rouge congo (ammoniacal ou SDS) est un bon colorant des parois cellulaires et d'un usage assez universel.

Chapitre 3 : Les spores

S'il n'y avait qu'une chose à regarder au microscope, ce seraient les spores.

Trois éléments géométriques principaux sont à observer : la forme, les ornements et les dimensions. Plus une caractéristique chimique, l'amyloïdité.

1 Prélèvement de spores

Le mieux est de travailler sur une sporée, c'est dire un dépôt en masse de spores. Pour obtenir ce dépôt, on pose le champignon sur une feuille de papier ou directement sur une lame (petites espèces) et on attend 12 à 24 heures. Une difficulté consiste à maintenir une humidité suffisante, mais sans plus, pendant le dépôt. De base, on pose un récipient retourné sur le champignon pour éviter trop d'évaporation et éviter les courants d'air. Les spores sont très légères et le moindre souffle les emportera ailleurs qu'à l'endroit souhaité. Il vaut mieux éviter le contact direct d'une grosse espèce avec le papier car cela l'humidifie. Si le champignon ou l'atmosphère sont plutôt secs on peut ajouter sous le récipient une coupelle d'eau ou un morceau de mousse humide. Si l'espèce est plutôt détrempée, il vaut mieux laisser une petite aération pour éviter une prolifération de moisissures ou la putréfaction rapide du champignon. C'est affaire d'expérience. La sporée a deux grands avantages : on voit la couleur des spores en masse et on récolte des spores mûres, ce qui est important pour une mensuration précise. On prélèvera une tête d'épingle de cette sporée pour la mettre entre lame et lamelle.

Quand on n'a pas le courage ou la patience de faire une sporée (c'est mon cas le plus souvent...), on prélève un petit morceau d'hyménium (coupe ou morceau écrasé) et on verra des spores. Avantage, outre la rapidité, on voit les autres éléments de l'hyménium et, concernant les spores, on verra si les basides sont tétrasporiques (cas le plus courant) ou bisporiques. Inconvénient : les spores mûres sont mélangées à des spores immatures.

Coloration et observation : le congo (ammoniacal ou SDS) est un bon colorant d'emploi général. Si on a affaire à un lactaire ou une russule, il faut utiliser le Melzer (voir plus bas) car il colore les ornements d'une façon très visible. Dans certains groupes où coexistent des espèces à spores amyloïdes et d'autres pas, le Melzer est aussi à utiliser pour savoir à quoi s'en tenir.

Le contraste interférentiel donne de bons résultats, sur des spores peu colorées, le contraste de phase moins à cause des franges qui gênent l'observation des détails.

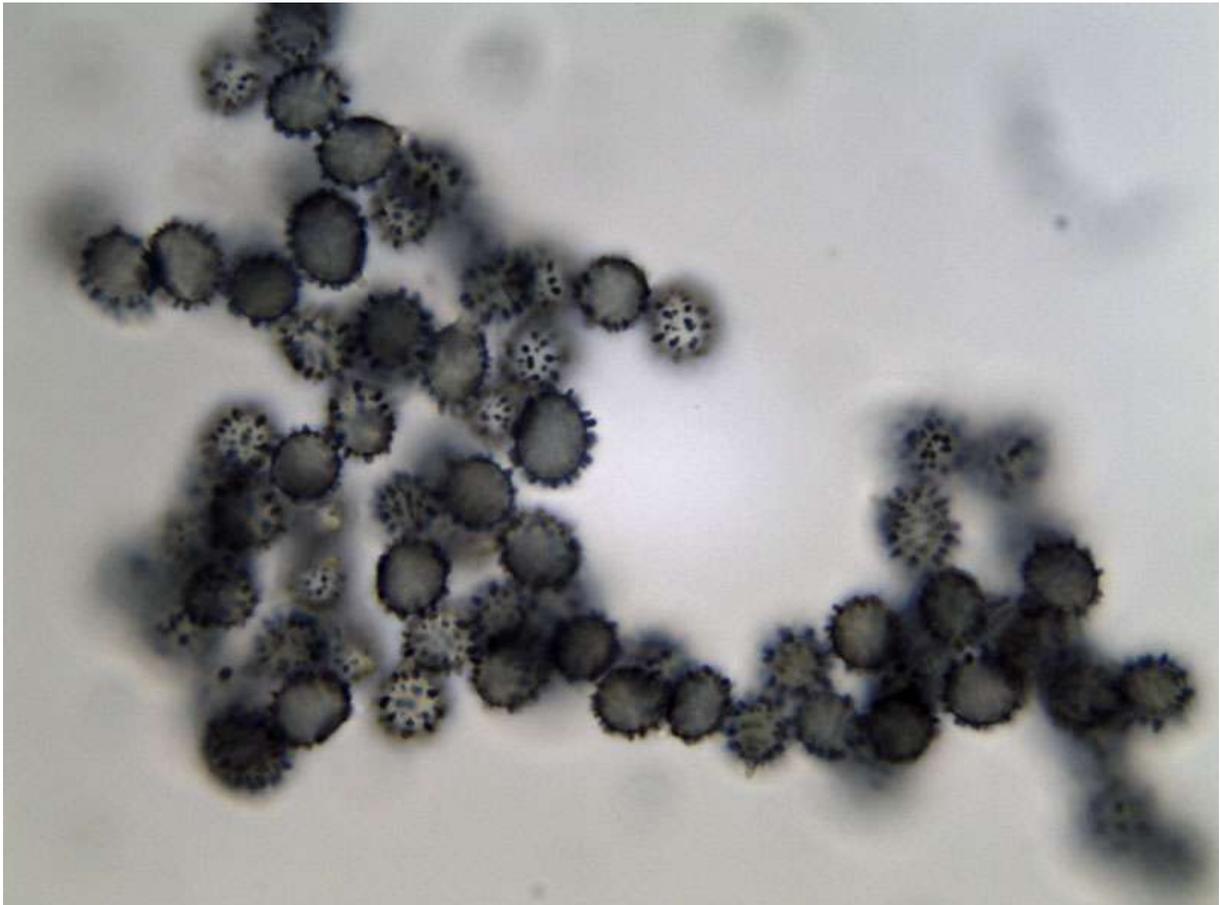
Il y a des cas où on ne voit pas de spores : exemplaires trop jeunes, exemplaires stériles (rares, mais ça arrive), polypores et autres champignons lignicoles en état de repos (certains polypores sont pluriannuels, mais ne font pas de spores toute l'année ; avec de l'obstination, on peut quelquefois trouver des spores au fond des tubes).

Attention aux contaminations : dans un panier, des spores d'un champignon tombent sur les autres et de toutes façons, des spores voyageant dans l'air se déposent partout. Si vous avez une sporée ou une préparation riche en spores, les intrus se détectent facilement. Si vous êtes dans un cas où il y a très peu de spores, attention au cas où la spore trouvée après de longues recherches vient d'une autre espèce (je parle par expérience) !

2 Amyloïdité

Une caractéristique chimique intéressante est l'amyloïdité, c'est à dire la capacité à fixer l'iode, soit sur toute la spore soit sur ses ornements. Deux objectifs : mieux voir les détails en les colorant ou savoir si la paroi de la spore fixe l'iode.

Le réactif utilisé préférentiellement est le réactif de Melzer, contenant de l'iode, de l'iodure de potassium et de l'hydrate de chloral, le tout dissous dans l'eau. Il y a une petite difficulté : l'hydrate de chloral n'est pas en vente libre ; il vaut donc mieux bien connaître un pharmacien. Les solutions aqueuses d'iode sont brunes, contrairement à l'iode pur (solide bleu-noir) ou des solutions dans des solvants organiques (violette). Quand les spores sont amyloïdes, elles fixent l'iode en prenant une coloration bleu-noir. La réaction est bien visible si on travaille macroscopiquement sur une sporée, nettement moins sous le microscope avec des spores petites ou à parois minces. Il faut que l'éclairage contienne du bleu, sinon on ne se rend pas bien compte de l'amyloïdité.



Spores de russule observées dans le Melzer

Les verrues ont bien été colorées par l'iode. On cherche à voir si les verrues sont hautes ou basses et s'il y a des lignes ou des crêtes entre les verrues. Objectif Plan apo 100x ON1,32. Longueur des spores environ 8 μm .

3 Couleur des spores sous le microscope

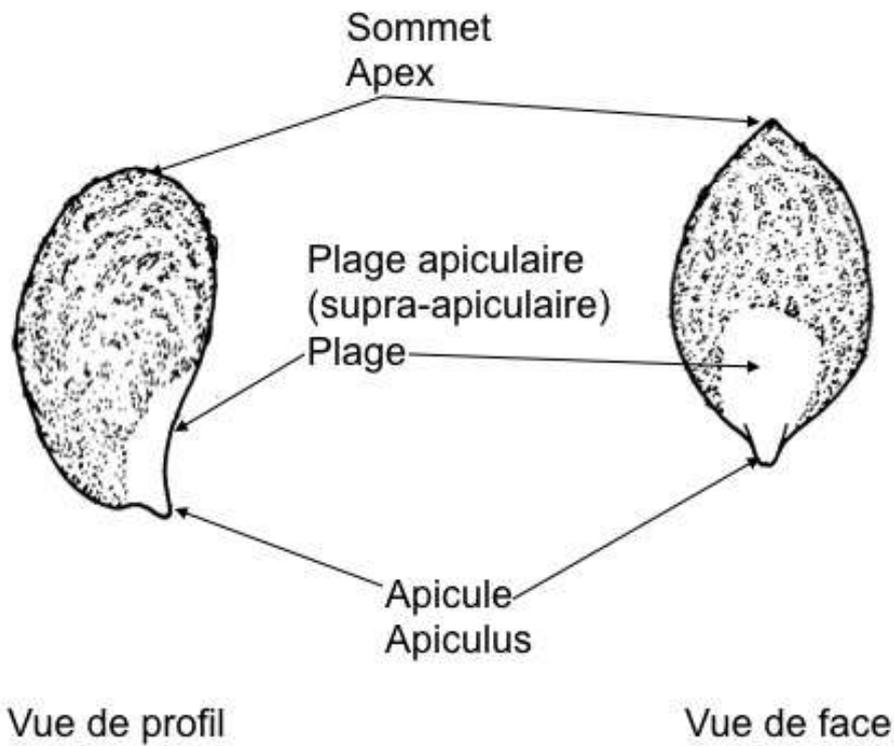
En général sous le microscope, les spores perdent leurs nuances de couleur. Elles apparaissent comme plus ou moins foncées. C'est un critère qui a relativement peu d'importance, sauf dans quelques cas très particuliers ou des espèces voisines, avec une sporée de couleur voisine, peuvent présenter une différence sensible de couleur sous le microscope.

4 Forme des spores

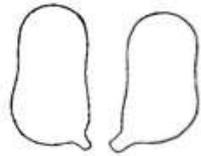
Les basidiospores (spores des basidiomycètes) ont un apicule, c'est à dire une petite protubérance là où elles étaient reliées à la baside. On considère la forme des

spores en faisant abstraction de l'apicule. On regarde les spores de côté, c'est à-dire avec l'apicule sur le côté. Dans de rares cas (coprins) il faut aussi les regarder de dos ou de face (apicule au milieu). Les ascospores ont en général une symétrie de révolution.

Spore



On a donné des noms aux formes des spores, résumés dans ces tableaux :



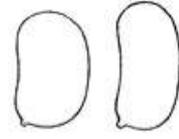
Spore avec striction ou étranglée



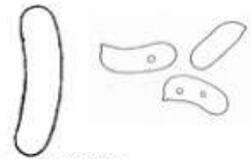
Spore rhomboïdale (rhomboid)



Spore réniforme ou brièvement phaséoliforme



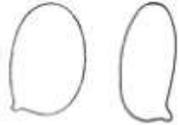
Spores phaséoliformes



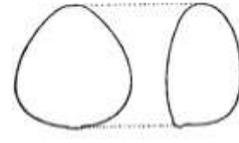
Spores allantoides (allantoid, sausage-shaped)



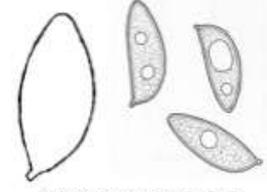
Spores ovales (ovoid)



Spores elliptiques (ellipsoïd)



Spore lenticulaire ou comprimée



Spores fusiformes (fusiform)



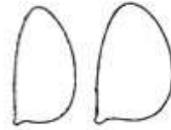
Spores éperonnées (bullet shaped)



Spore citriforme



Spore atténuée au sommet



Spores amygdaliformes

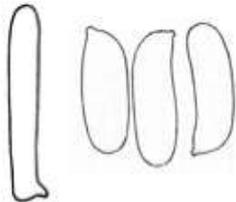


Spore papillée à son sommet



Spore amygdaliforme ss Kühner (à sommet étiré papillé) navicular

Spore sphérique (globose)



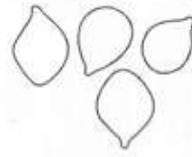
Spores cylindriques (cylindric)



Spores sub-sphériques (subglobose)



En forme de pépin (pip-shaped)



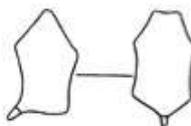
Sub-anguleuses (subangular)



Tétraédriques (tetrahedral)



Allongées (sigmoid)



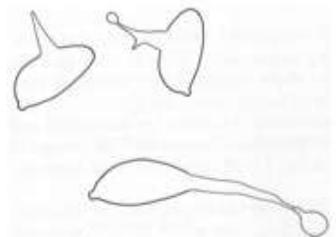
Spores anguleuses (angular)



Spore en étoile



Spore gibbeuse (nodulose)

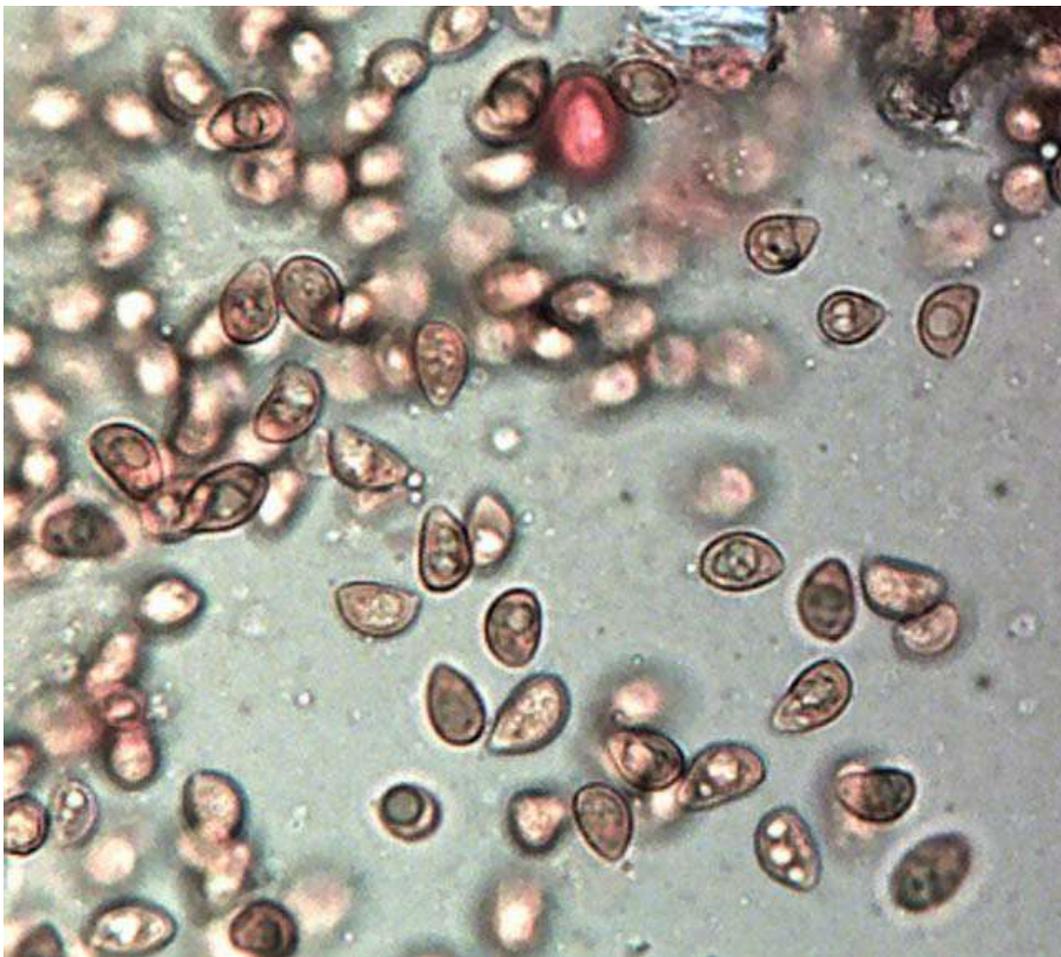


Spores répétitives (repetitive)

Ne pas croire que tout est simple. La terminologie n'est pas totalement rigide et il y a des originaux... Ces planches ne sont pas non plus exhaustives.

Ne pas confondre une spore elliptique (allongée, symétrique) avec une spore ovoïde, qui a un petit bout et un gros bout, comme un œuf ! ou une spore amygdaliforme (en forme d'amande) où la dissymétrie est encore accentuée.

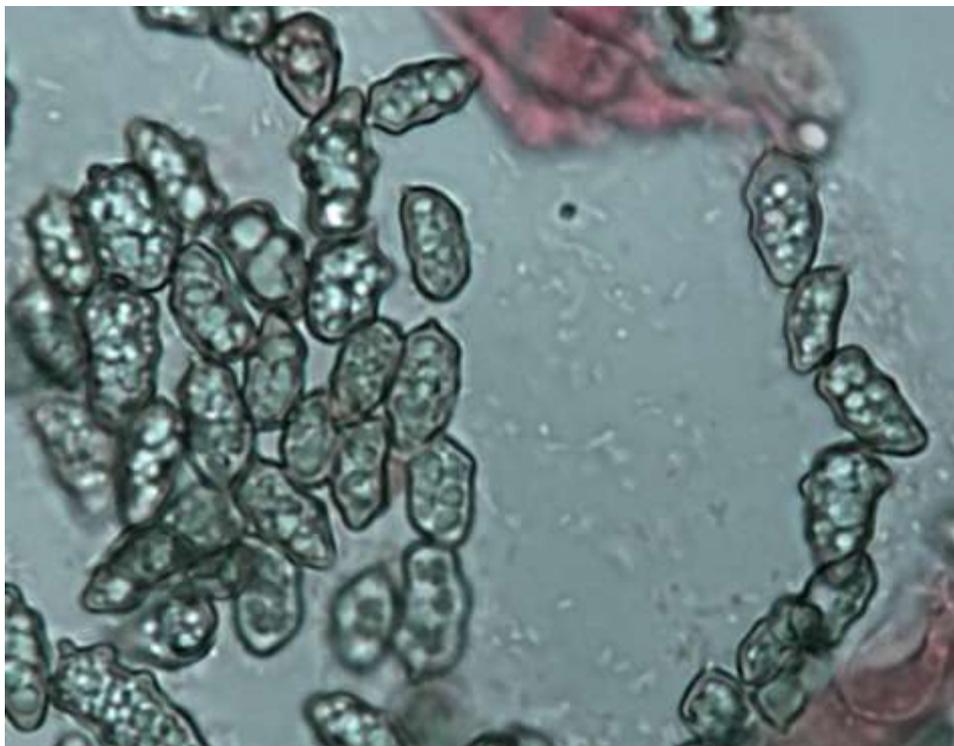
Quelques exemples



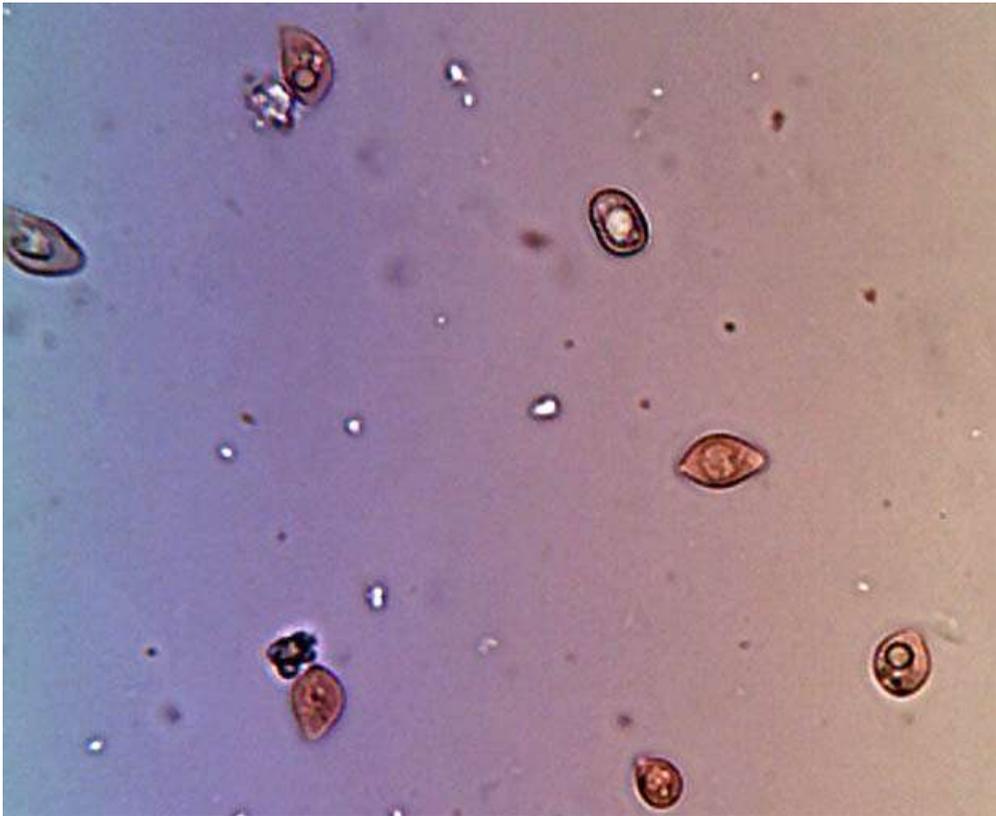
Spores amygdaliformes de *Tubaria furfuracea*



Spores elliptiques de Paxillus involutus



Spores gibbeuses d'Inocybe curvipes



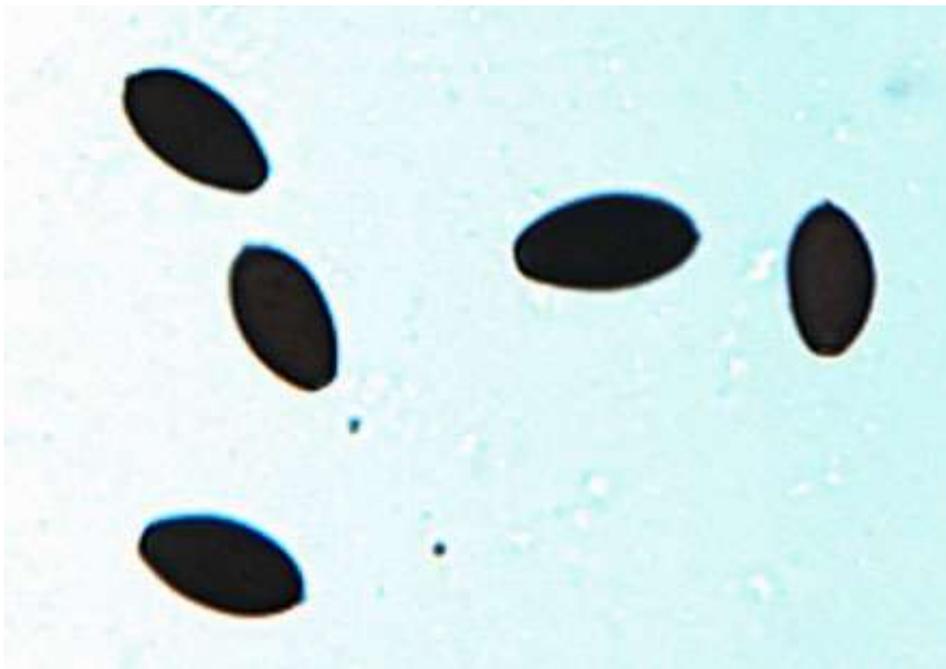
Spores papillées de *Flammulaster carpophiloides*



Spores anguleuses d'*Entoloma heb*



Spores allongées et segmentées au milieu de *Bispora citrina*



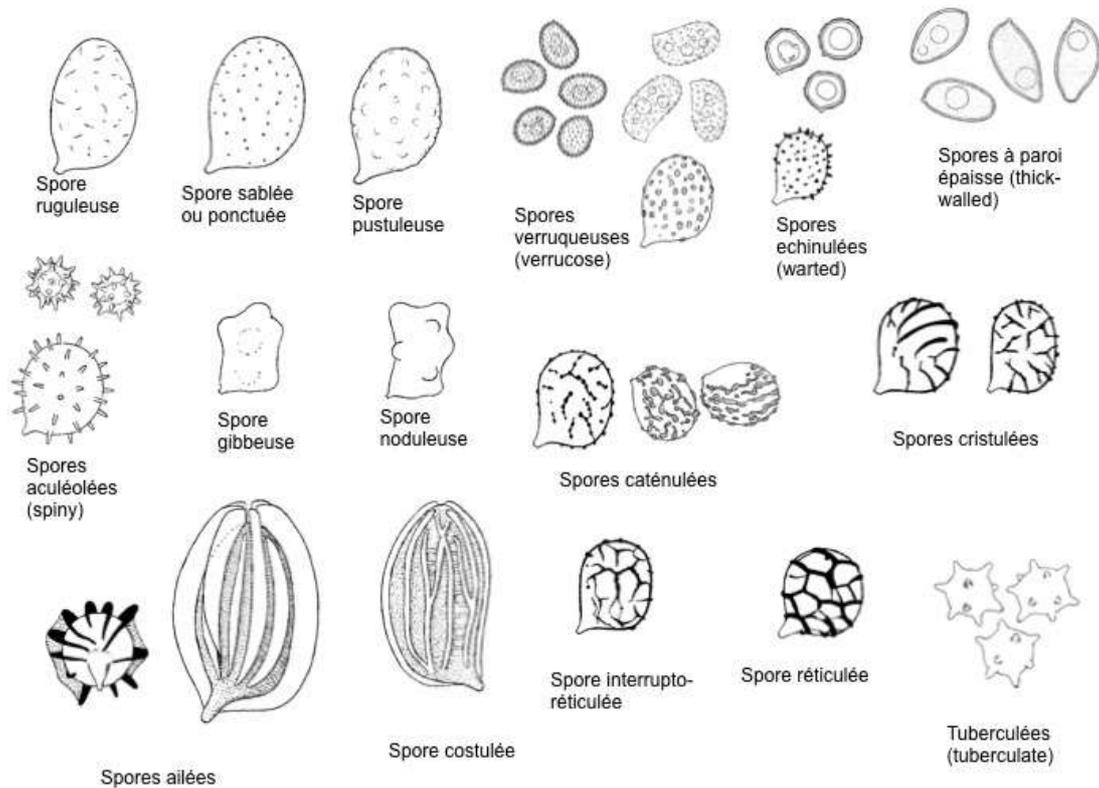
Spores elliptiques et tronquées au sommet de *Coprinus lagopus*

Il faut regarder beaucoup de spores et s'abstraire de l'apicule pour bien percevoir la forme.

Les objectifs couramment utilisés sont le 40x si les spores ne sont pas trop petites et surtout l'objectif à immersion de grossissement plus élevé. Les spores ont le plus couramment une longueur entre 5 et 15 μm , mais il y en a de plus petites et de plus grosses.

5 Ornementation des spores

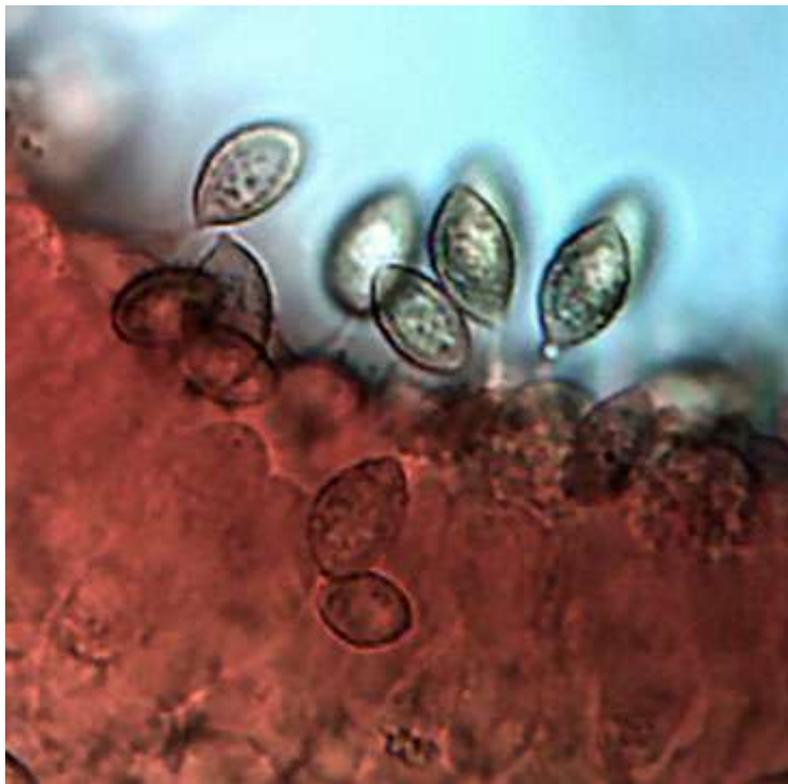
Les spores ne sont pas forcément lisses, elles peuvent être couvertes d'aiguillons, de verrues, de crêtes, striées, etc...La planche suivante présente les principales ornementations :



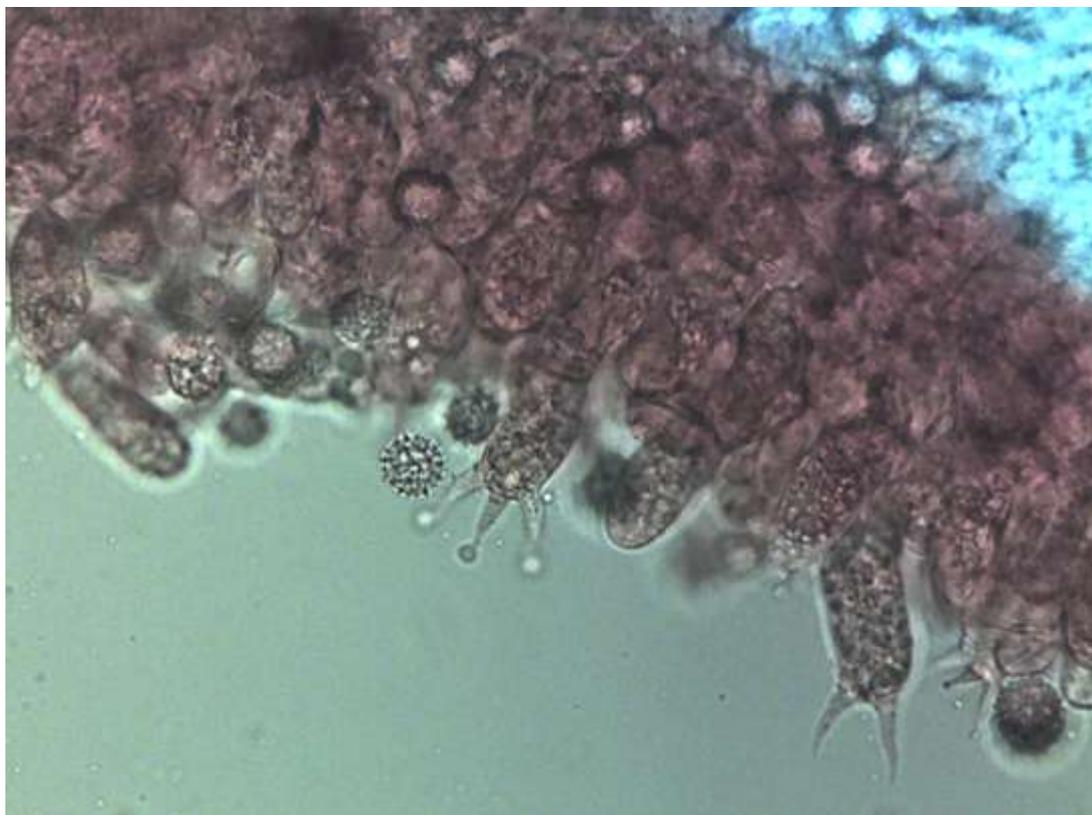
Il y a des cas où on ne sait pas très bien qualifier entre ornementation et forme.

Attention, en cas d'ornementation basse, il est souvent difficile de faire la différence entre une ornementation de surface et une inhomogénéité du contenu qui peut aussi donner un aspect granuleux. Passer au grossissement maximum et regarder si le contour est lisse ou non !

Quelques exemples :



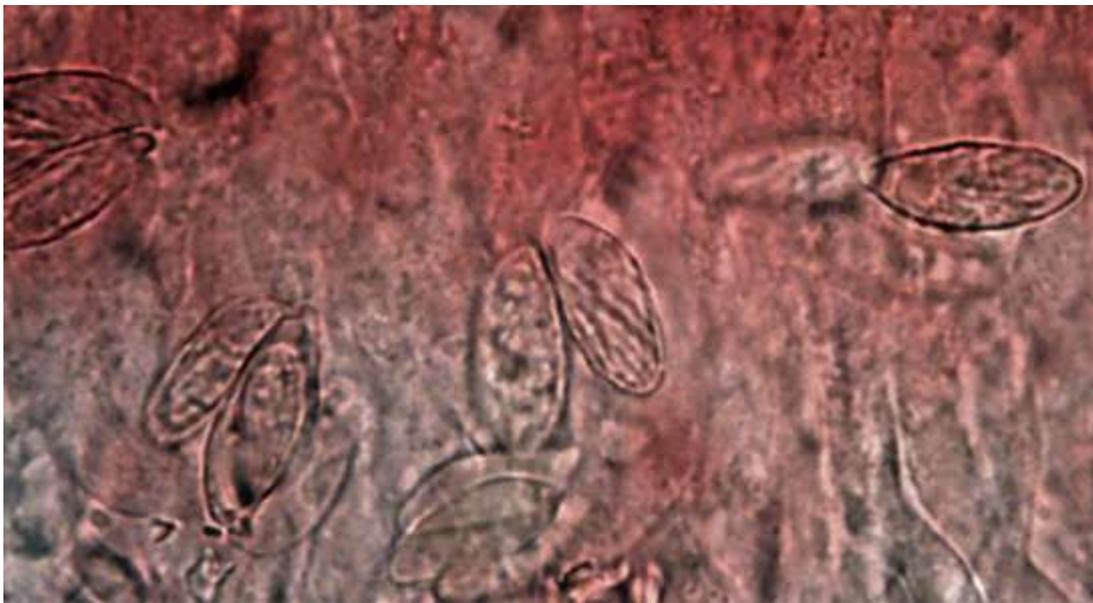
Spores verruqueuses d'*Alnicola melinoides* (100x)



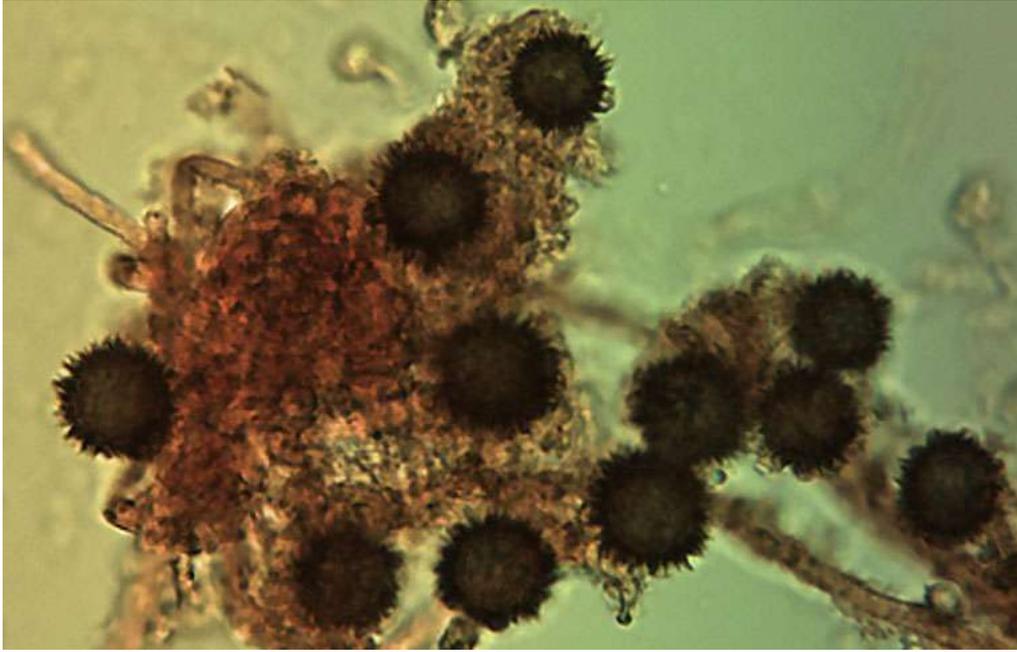
Spores échinulées de *Laccaria affinis* (40x)



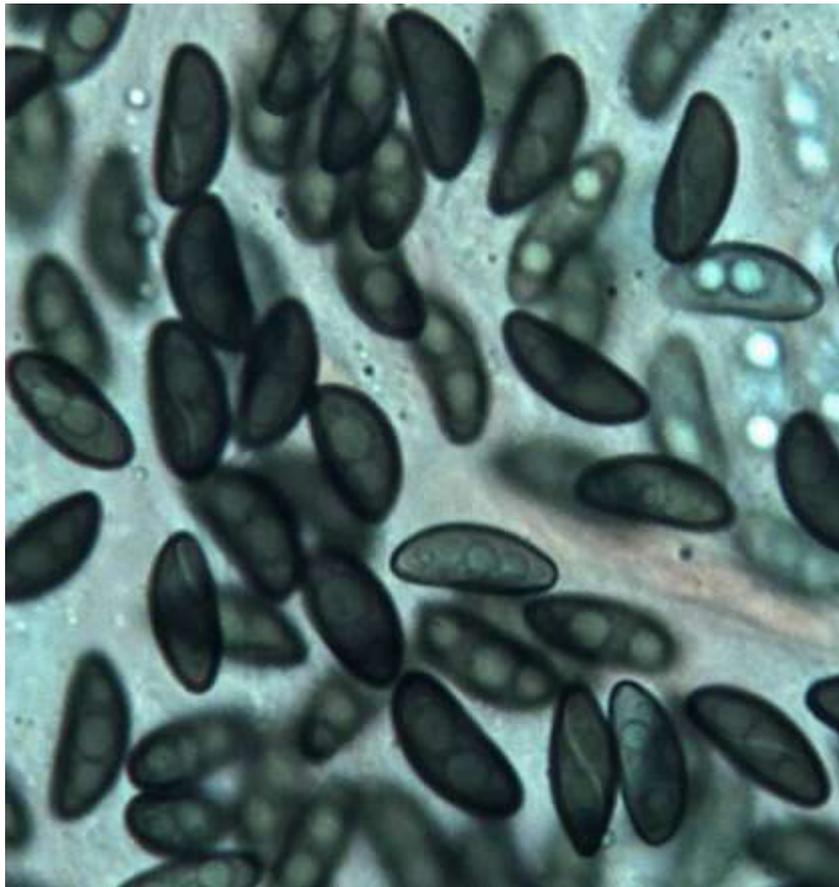
Spores réticulées de *Melastiza chateri* (100x)



Spores striées de *Ramaria botrytis* (100x)



Spores épineuses de *Scleroderma areolatum*



Spores de *Xylaria longipes*

Ces dernières ne sont pas vraiment ornées, mais elles présentent une fissure hélicoïdale, caractéristique de l'espèce.

L'objectif à immersion est normalement de rigueur pour bien observer les ornements sporales.

6 Dimension des spores

On donne généralement la longueur (de la base au sommet) hors apicule et ornementation et la largeur (en vue normale de profil), toujours hors ornementation. La hauteur de l'ornementation (épines, crêtes,...) est indiquée en sus, si elle est mesurable.

Il est souhaitable de mesurer le rapport longueur/largeur d'un certain nombre de spores. Cela donne un coefficient d'allongement, noté Q, les spores étant souvent homothétiques.

Il y a les méthodes classiques avec micromètre oculaire à graduation ou à fil déplaçable. Bien sûr, maintenant les mesures sont faites sur l'image numérique où certains logiciels permettent de calculer facilement une moyenne et un écart type.

L'étalonnage de la chaîne de mesure avec un micromètre objectif est naturellement de rigueur.

Il subsiste une difficulté, qui est de choisir les spores que l'on mesure. Idéalement, sur des spores de sporée, il faudrait prendre 20 à 30 spores ayant la bonne orientation, sans les choisir.

Pour des spores observées dans un morceau d'hyménium, les choses se compliquent. Si les spores sont fortement colorées, on reconnaît les immatures à leur couleur plus claire et on les ignore. Pour des spores plus pâles, on a tendance à choisir les plus grosses car vraisemblablement les plus matures, faussant probablement ainsi la statistique de dimensions.

Si on ne cherche pas à décrire une nouvelle espèce où la meilleure exactitude possible est de rigueur, on se contentera de mesurer une dizaine de spores moyennes, ni dans les plus grosses, ni dans les plus petites et on aura une idée de la valeur moyenne. On note souvent les dimensions (5) 6-7,5-8,5 (10), voulant dire une valeur moyenne de 7,5 μm , avec la plus grande partie des spores de dimensions

comprises entre 6 et 8,5 μm . Les dimensions maximum et minimum observées étant 10 et 5 μm (le minimum n'a de sens que si c'est une sporée).

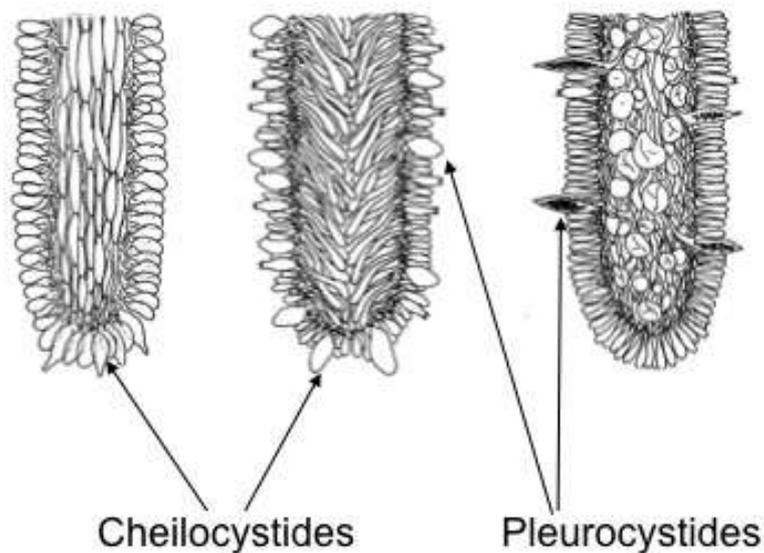
Avec des mesures rapides et compte tenu de la variabilité des êtres vivants il ne faut pas espérer séparer des espèces sur la comparaison des statistiques de dimensions, mais seulement si les domaines de variabilité ne se recouvrent (presque) pas.

Chapitre 4 Les cystides

Les cystides sont des cellules stériles que l'on peut trouver à différents endroits du champignon.

Il peut y avoir des cystides entre les basides, dans l'hymenium. On les appelle des pleurocystides.

Il peut y avoir des cystides sur l'arête des lames, appelées cheilocystides.



Lames (coupe perpendiculaire)

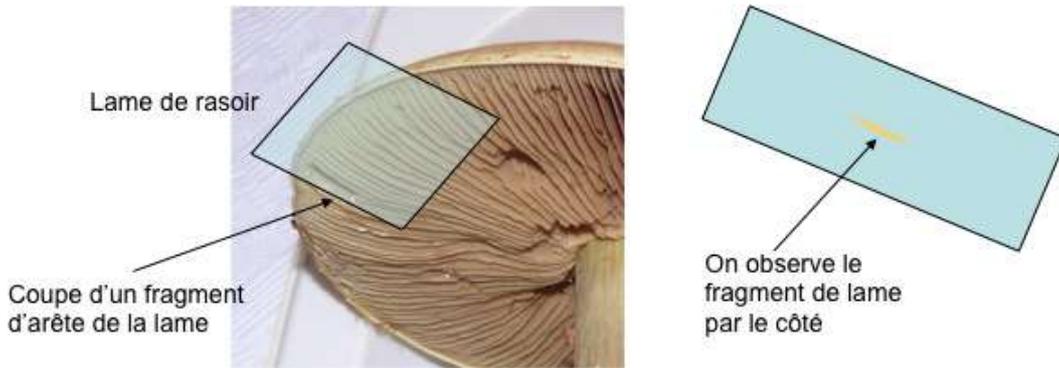
Cystides hyménales

Ce sont ces deux types que l'on observe le plus souvent.

Il peut également y en avoir sur le haut du pied (caulocystides). S'il y en a beaucoup et que l'on regarde le pied à la loupe, on peut observer une pruine blanche.

Pour voir les pleurocystides, il faut faire une coupe des lames, comme expliqué en fin du paragraphe 1 du Chapitre 2 (Observation de l'hyménium).

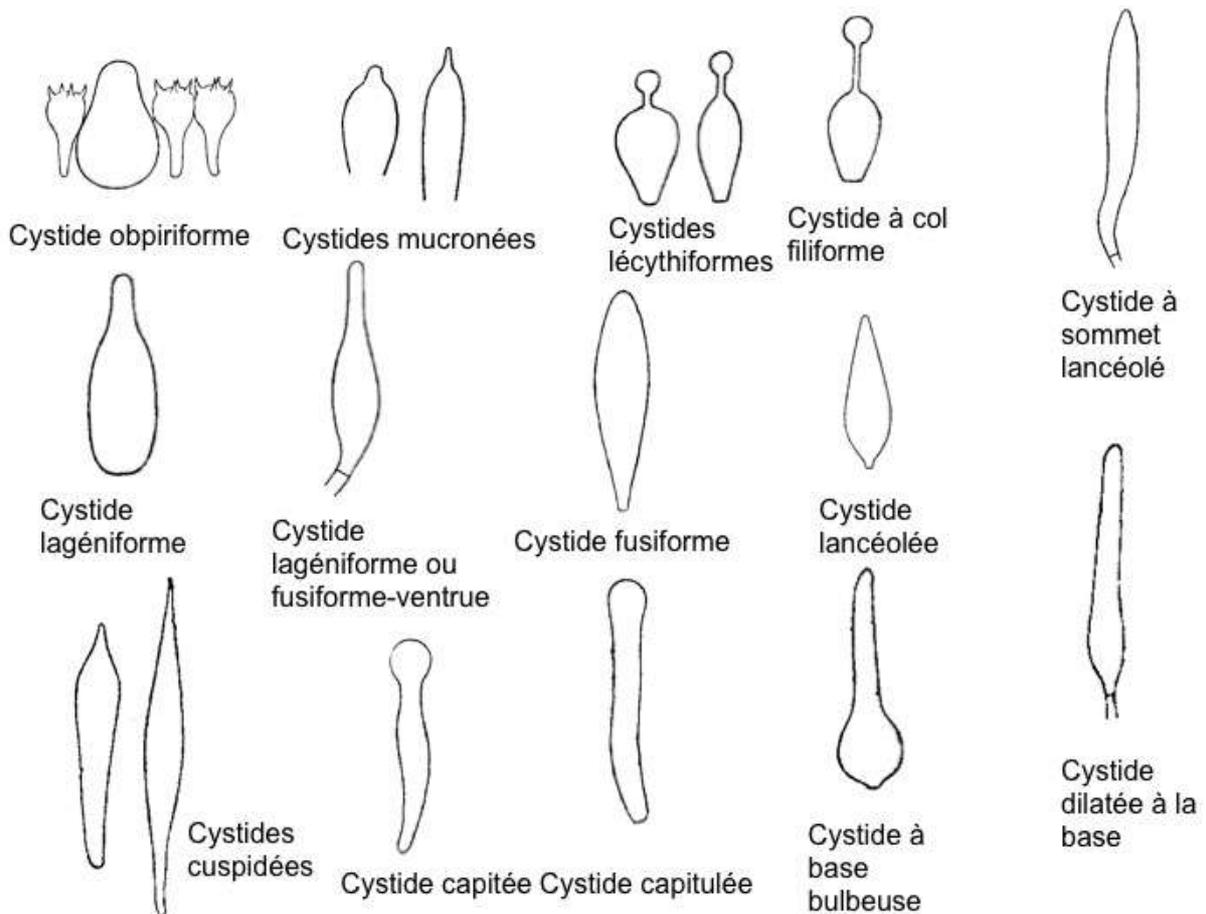
Pour observer les cheilocystides, on peut séparer l'arête d'une lame (de champignon) et la poser sur une lame (de verre), puis mettre colorant et lamelle.



Coupe d'un fragment d'arête

C'est une coupe facile à faire, sauf sur de très petites espèces où on peut simplement observer une lame entière. Faire attention que l'arête de la lame n'ait pas été grignotée par une limace et repérer le côté arête sinon on risque de chercher longtemps quelque chose du côté coupe.

Les cystides peuvent présenter beaucoup de formes et d'ornementations différentes. Les tableaux suivants présentent des exemples.



Cystides 1



Cystide à bec



Cystide atténuée au sommet



Cystide à base ampullacée



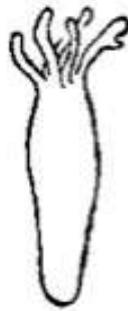
Cystide à sommet aigu



En poil d'ortie



Cystide uni-appendiculée



Cystide pluri-appendiculée



Claviforme



Simples, à paroi mince (smooth, thin-walled)

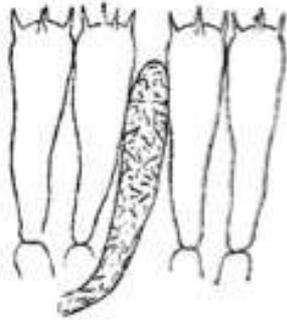


Capitées (capitate)

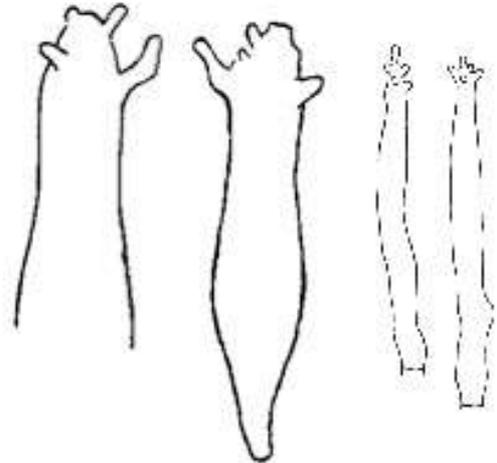
Cystides 2



Cystide à manchon granuleux



Cystide immergée ou immerse ou incluse



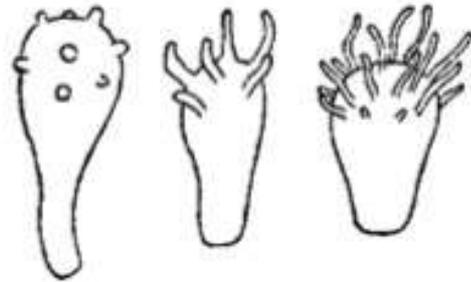
Cystides a sommet diverticulé, acanthocystides



Métuloïde



Cystides incrustées (encrusted cystidia)



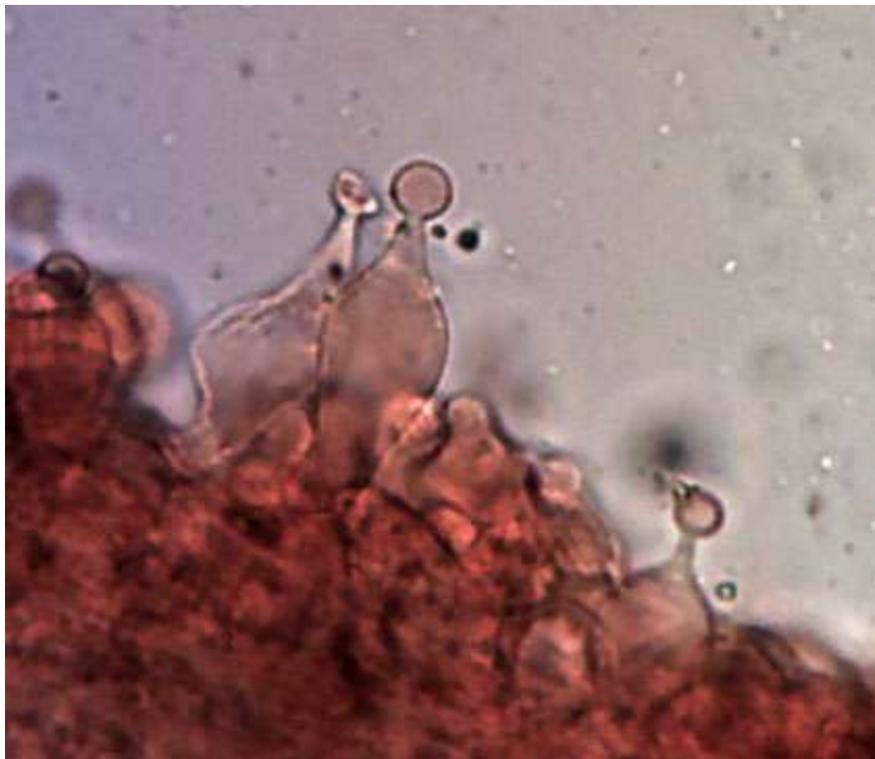
Echinides ou cystides en brosse

Cystides 3

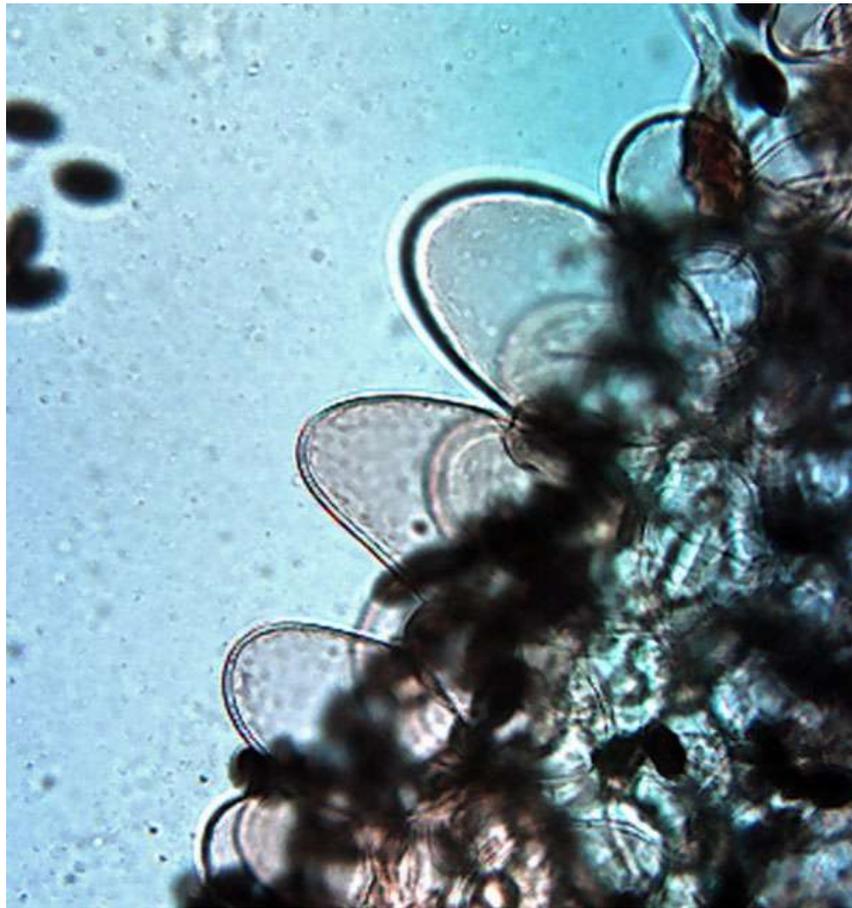
Et maintenant, quelques photographies :



Cheilocystides ventruées avec un long bec d'*Alnicola melinoides*



Cheilocystides lécythiformes de *Conocybe rickenii*



Cheilocystides ovoides de Coprinus lagopus



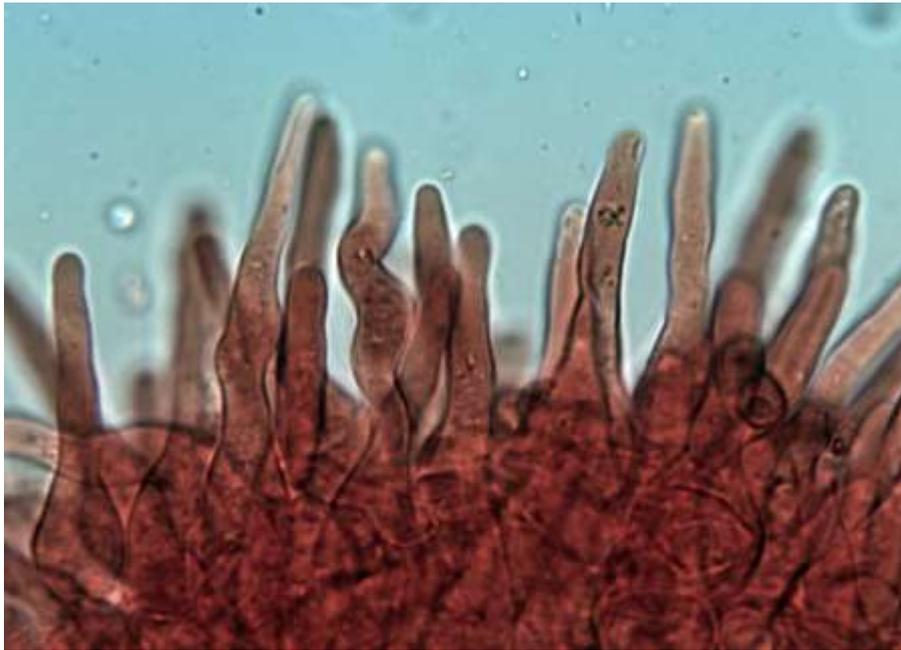
Cheilocystides flexueuses d'Entoloma hebes



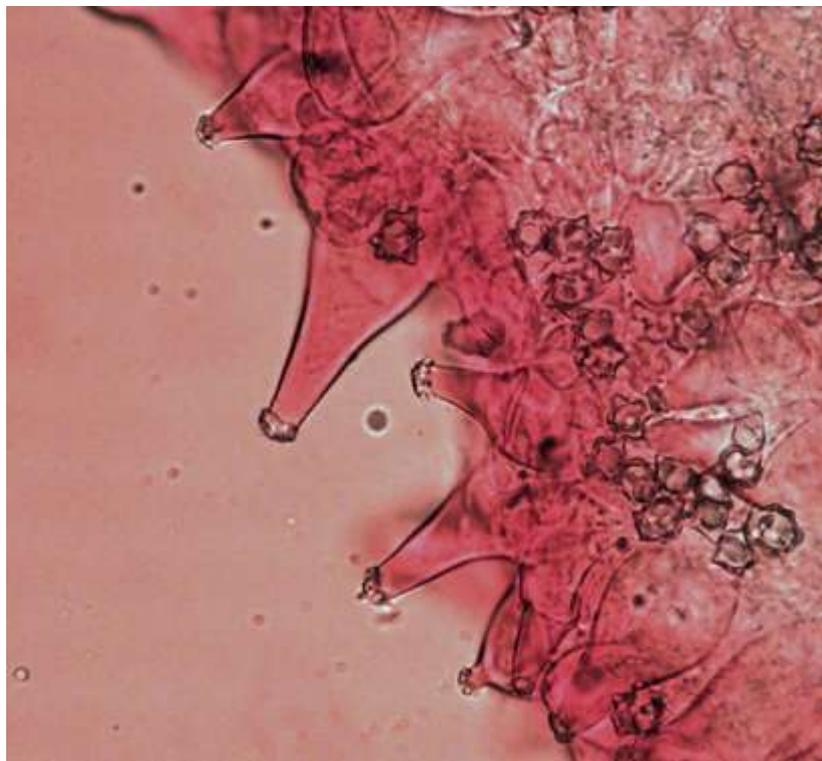
Cheilocystides capitées de *Galerina clavata*



Cheilocystides à tête renflée, certaines en tête de vipère, de *Galerina pumila*



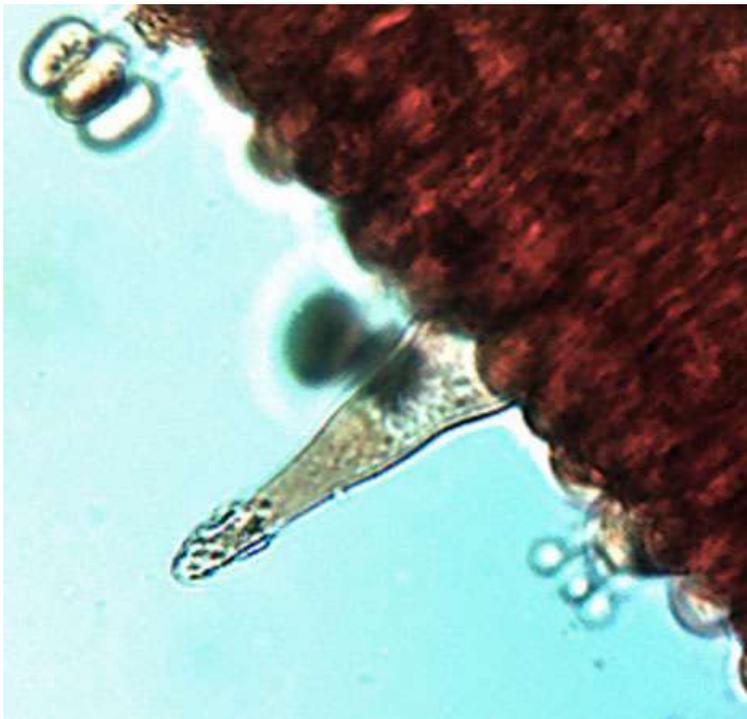
Cheilocystides flexueuses de *Galerina vittiformis*



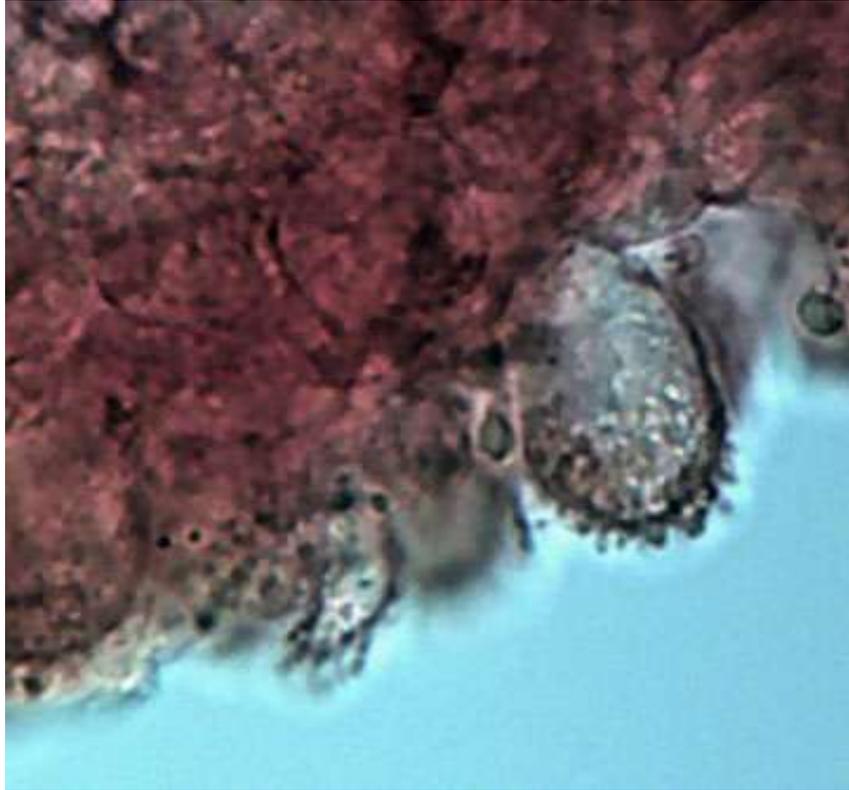
Cheilocystides métuloides d'*Inocybe asterospora*



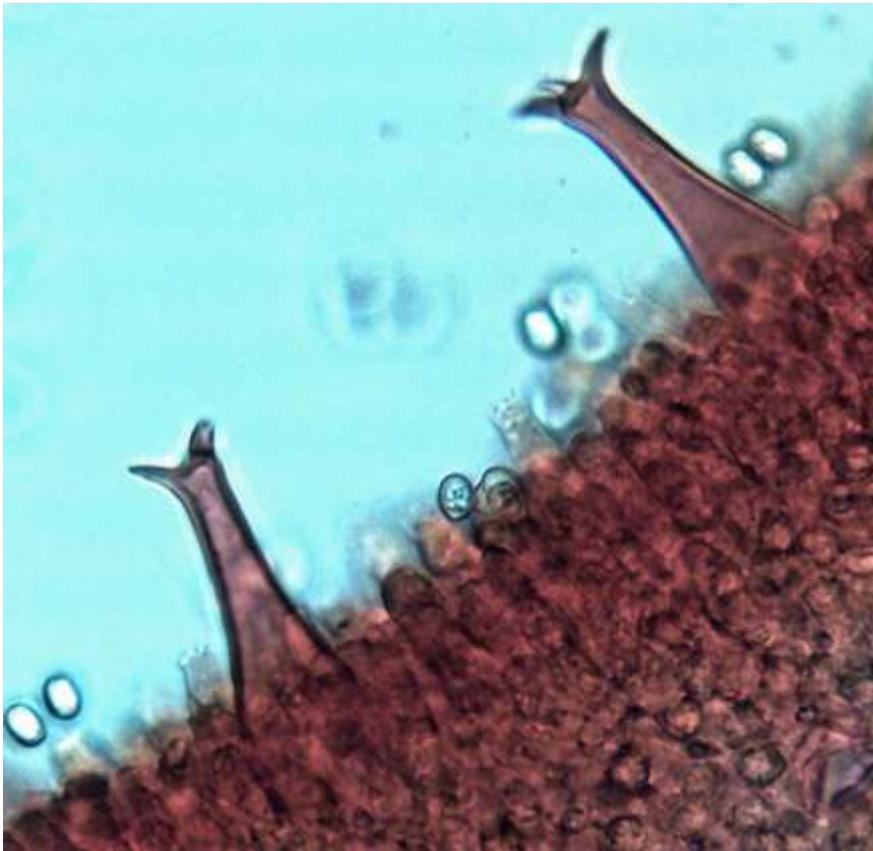
Cheilocystides ampullacées et métuloïdes d'*Inocybe curvipes*



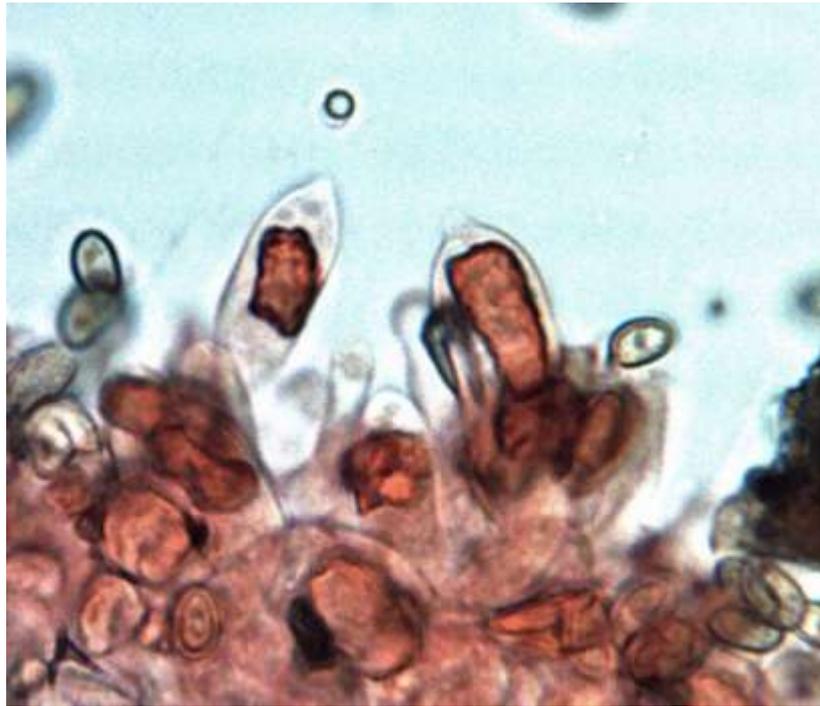
Pleurocystide fusiforme avec sommet incrusté de *Melanoleuca nivea*



Cheilocystide en brosse de *Mycena arcangeliana*

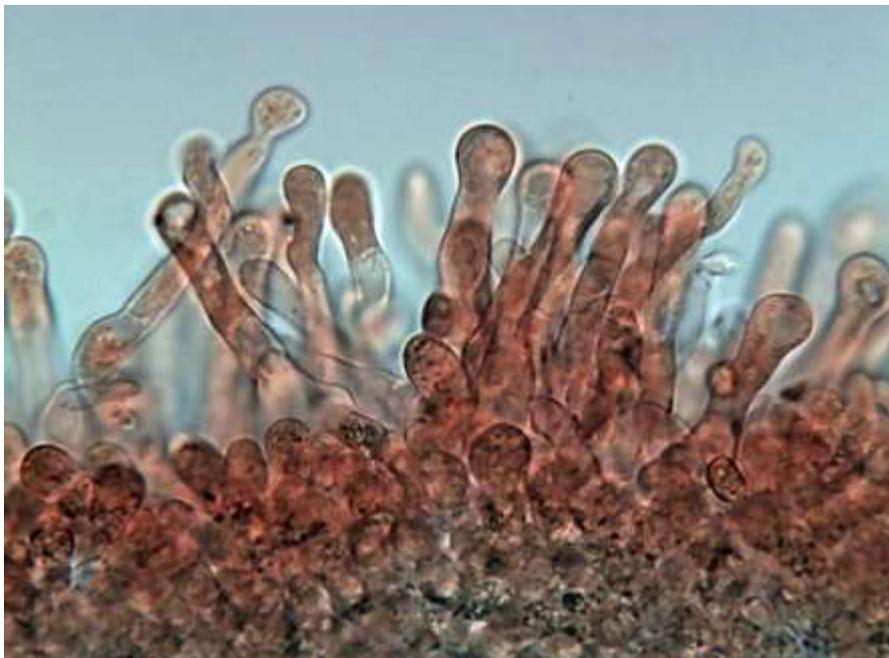


Pleurocystides épineuses de *Pluteus salicinus*

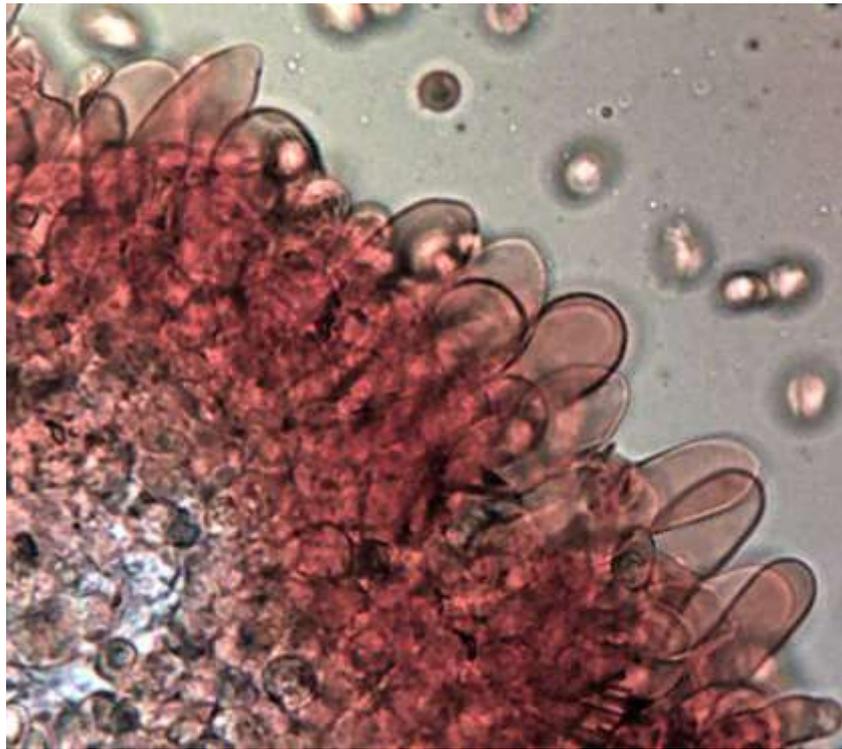


Chryso-cystides de *Stropharia caerulea*

Une chryso-cystide est une cystide qui présente une inclusion colorée en jaune (ici en rouge à cause du colorant)



Cheilocystides à tête renflée de *Tubaria hiemalis*



Cheilocystides en massue de *Tubaria furfuracea*

Objectifs 40x et 100x PI Apo.

Presque tout coloré au Congo ammoniacal ; quelques photos en contraste interférentiel.

Conclusion

Les cystides sont des éléments très intéressants, souvent discriminants entre espèces voisines.

Tubaria furfuracea et *hiemalis* se ressemblent beaucoup et ont des spores très proches, mais leurs cystides sont très différentes. De même pour les *Galerina* présentés ci-dessus.

Les cheilocystides et les pleurocystides peuvent avoir des formes différentes sur un même champignon et l'une ou les deux peuvent manquer. C'est pour cela qu'il est utile de faire une coupe des lames pour les situer et qu'un simple prélèvement d'un morceau de lame écrasé ne permettra pas de savoir s'il s'agit des unes ou des autres (ou des deux).

On peut trouver des cystides chez tous les basidiomycètes. Il y a cependant des genres qui n'ont pas de cystides.

Chapitre 5 Les hyphes

Les hyphes sont des filaments qui constituent la structure (la chair) du champignon. Leur diamètre va de 2-3 à une dizaine de microns de diamètre, rarement plus. Il est difficile d'en apprécier la longueur.

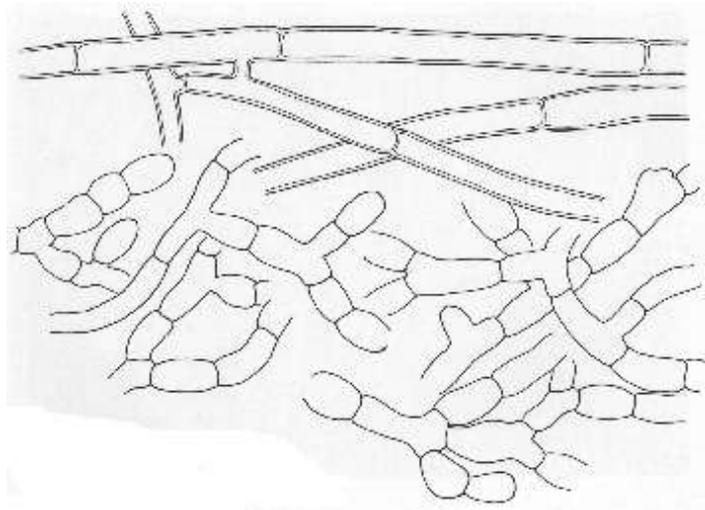
Elles peuvent être à paroi mince ou épaisse, cloisonnées ou non, fréquemment branchues ou non.

Il peut y avoir différents types d'hyphes dans la chair d'un champignon.

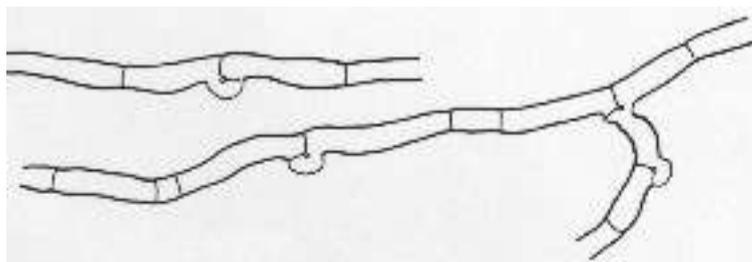
Les hyphes se différencient dans l'hymenium (voir chapitre 2) et dans la cuticule (partie extérieure, en général supérieure du champignon).

1 Cloisons

Une caractéristique particulière des cloisons est la présence éventuelle de « boucles », plus scientifiquement « anses d'anastomose », apparaissant lors de la division cellulaire au cours de la croissance de l'hyphes. Elles peuvent être présentes ou absentes chez des espèces ou des groupes proches. La détection de leur présence est donc souvent utile comme aide à la détermination. Elles peuvent être rares et leur recherche, comme la décision qu'une espèce n'est pas bouclée, peut nécessiter l'examen de nombreuses cloisons des hyphes de la chair et de la cuticule.



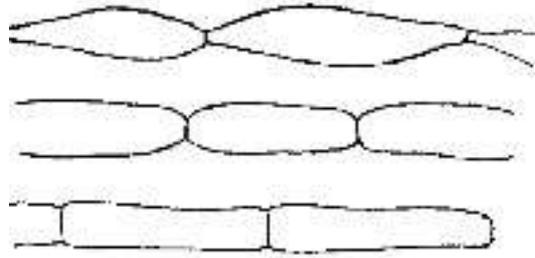
Hyphes non bouclées aux cloisons



Hyphes bouclées occasionnellement



Hyphes bouclées à toutes les cloisons



Hyphes étranglées aux cloisons

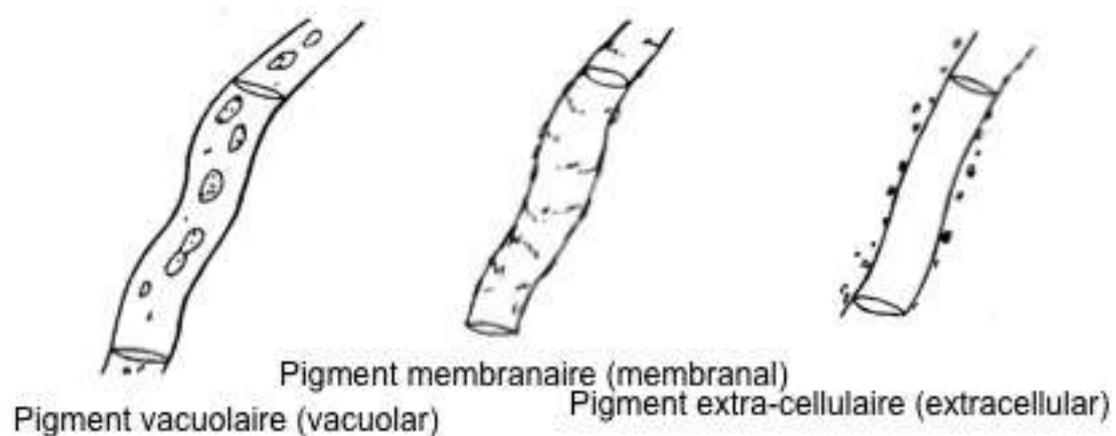


Hyphes simples de *Coprinus lagopus*

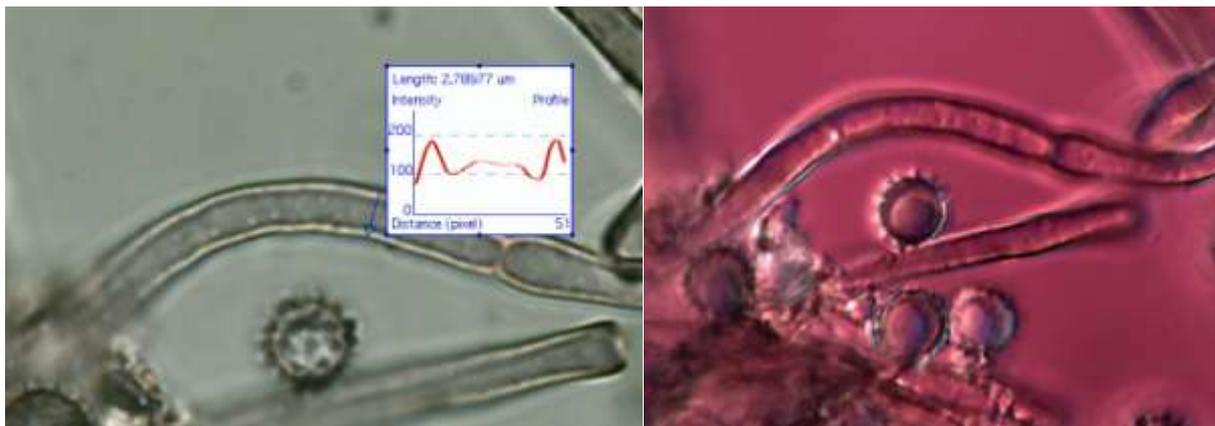
2 Coloration et ornementation

La plupart des hyphes sont incolores et nécessitent une coloration. Le rouge Congo ammoniacal est excellent dans de nombreux cas et colore bien la paroi des hyphes. On peut bien sûr utiliser aussi contraste de phase et contraste interférentiel, sans coloration, si la coupe est bien fine. Pour observer les hyphes de la chair, on peut prélever un petit fragment et le mettre entre lame et lamelle ou entre deux lames et le dissocier en frappant avec une gomme ou autre objet pas trop dur.

Certaines hyphes sont cependant naturellement colorées. Il importe alors de les observer dans un liquide transparent pour voir où se situe la coloration.



Emplacement de la pigmentation

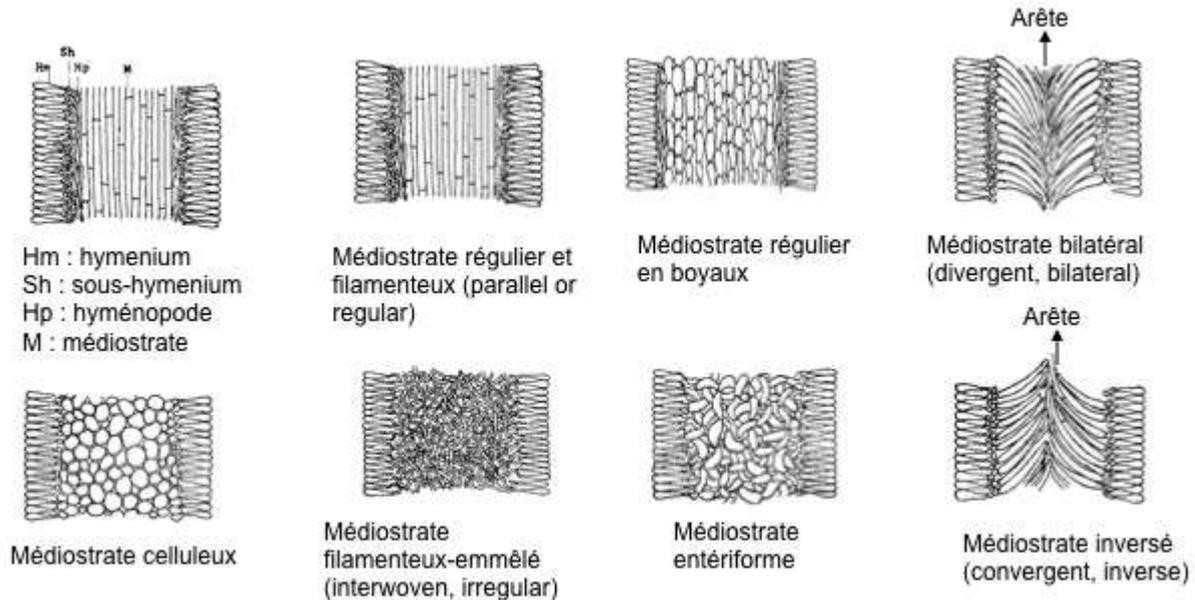


Hyphes perforées d'une vesse-de-loup.

Les perforations ne font que quelques dixièmes de μm de diamètre (Objectifs 100x fond clair et DIC). On voit également une cloison simple.

3 Hyphes de la trame des lames

Dans les champignons à lame on appelle médiostrate ou plus couramment « trame » la chair du champignon qui est la structure de la lame et se situe entre les deux couches d'hyménium. Dans une coupe de lame, telle que décrite au chapitre 2, on peut observer, avec un grossissement de 200 (20 x 10 par exemple) la structure de cette trame. On peut trouver les cas présentés ci-dessous :



Trame des lames

Dans la pratique, ce n'est pas une observation très utile pour séparer des espèces voisines, qui ont la même structure. Cela peut servir à séparer des groupes, mais qui ont en général d'autres caractères distinctifs.

4 Cuticule

La cuticule, qui est le revêtement du chapeau du champignon présente des hyphes souvent différenciées de la chair.

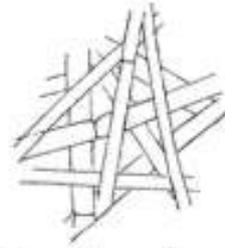
Il est très important d'observer la cuticule. Deux axes de coupe sont possibles. On peut facilement réaliser un scalp, c'est à dire une coupe fine tangentielle (petit, de l'ordre du mm²). Cela sépare une petite parcelle dont les bords sont très minces et transparents. Si possible repérer dans quel sens est posé le fragment sur la lame, cela facilite l'interprétation ! L'observation du scalp permet de voir si la structure de la cuticule est filamenteuse ou celluleuse. Cela suffit souvent.



Revêtement filamenteux couché régulier



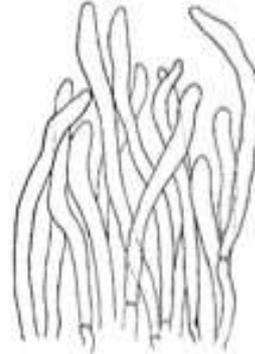
Revêtement filamenteux couché emmêlé



Revêtement filamenteux couché entrecroisé



Revêtement entériforme

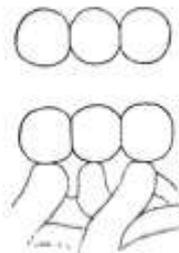


Revêtement filamenteux dressé

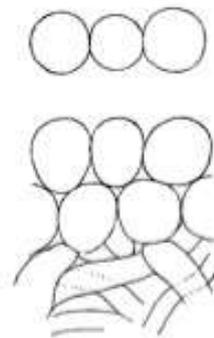
Cuticule filamenteuse



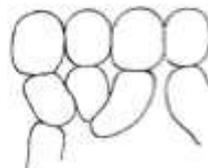
Revêtements hyméniformes



Revêtement isodiamétrique



Revêtement pseudo-parenchymatique



Revêtement cellulaire

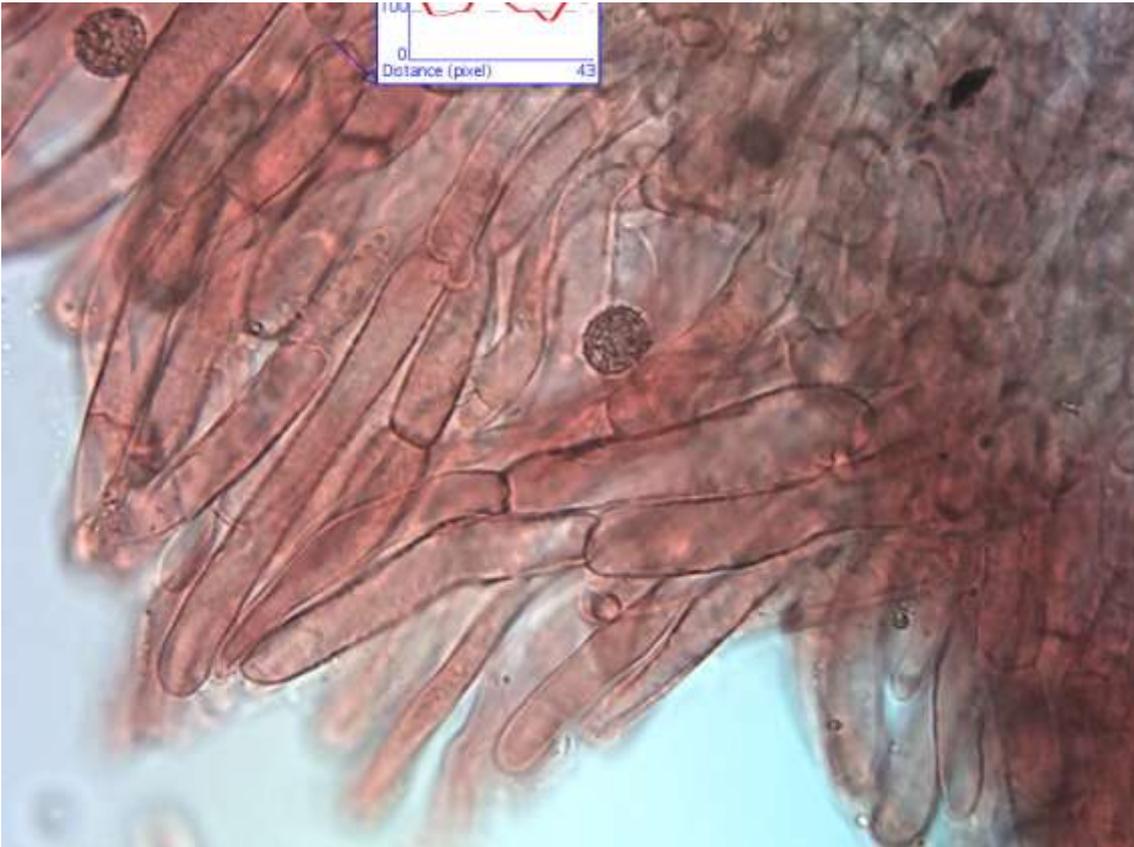


Transition entre hyméniforme et cellulaire

Cuticule celluleuse

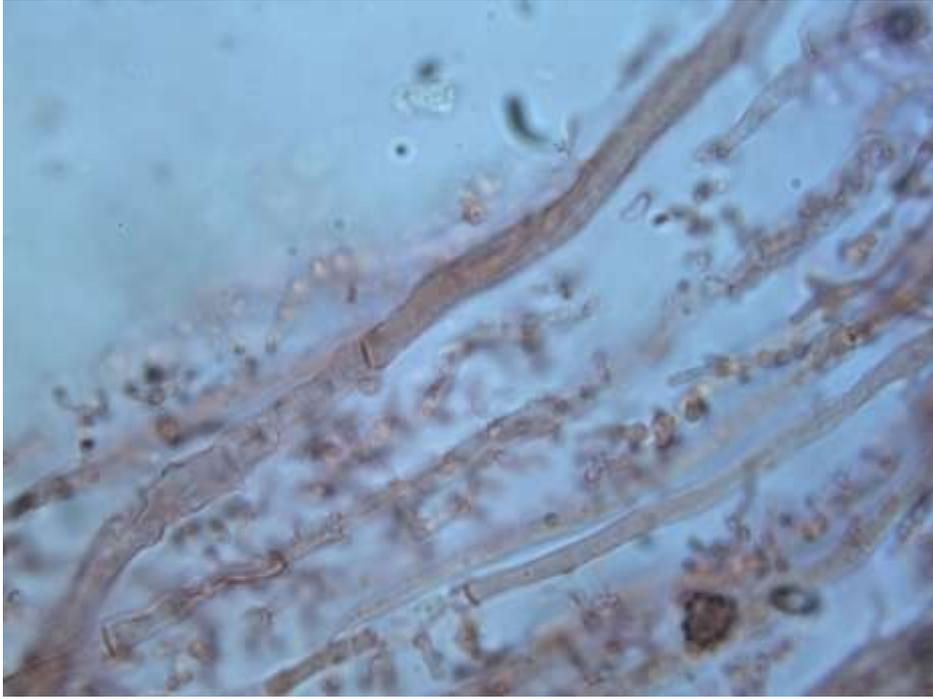
Pour l'analyse plus fine d'une cuticule celluleuse et en distinguer les différents sous-types, il faut faire une coupe perpendiculaire à la cuticule, analogue à la coupe présentée dans le chapitre 2, mais en s'attachant à ce que la partie cuticule soit fine et propre (il est extrêmement difficile d'avoir simultanément une bonne coupe des lames et de la cuticule (sauf techniques type microtome...)).

Quelques exemples de cuticule :



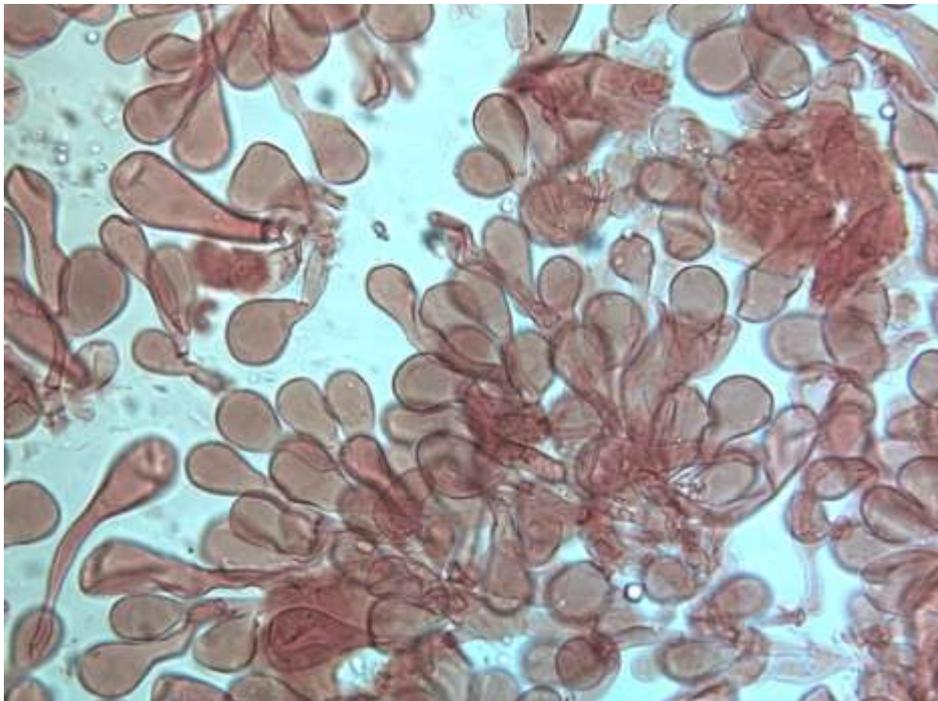
Laccaria fraterna

Cuticule formée de filaments dressés, aussi appelé trichoderme. On voit une boucle sur une des cloisons.



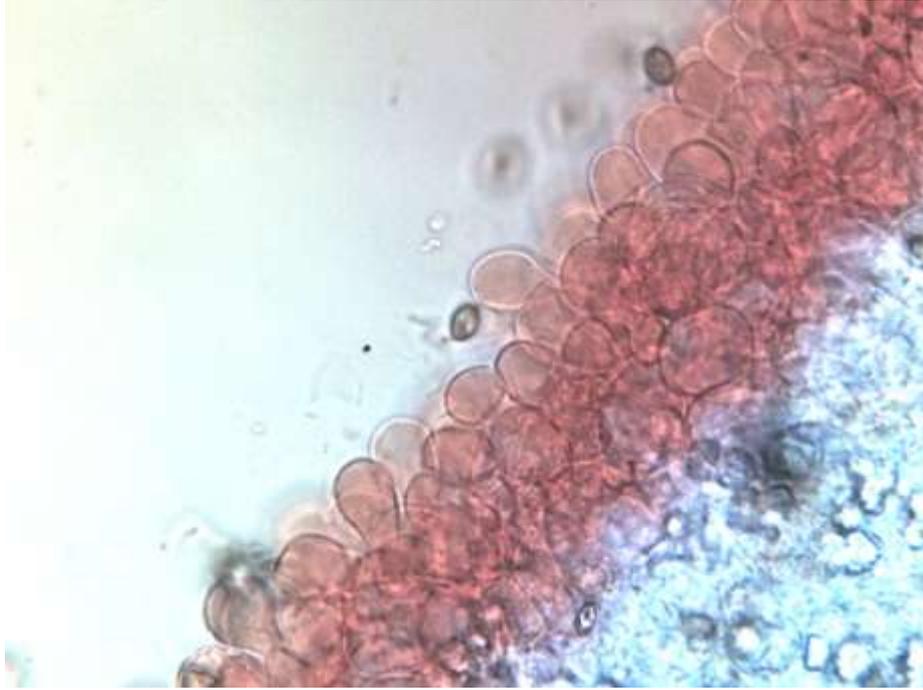
Mycena vitilis

Les hyphes de la cuticule filamenteuse couchée sont ornés de diverticules (1 μ m max de diamètre). Ces hyphes sont qualifiées de « en brosse ». Objectif 100x.



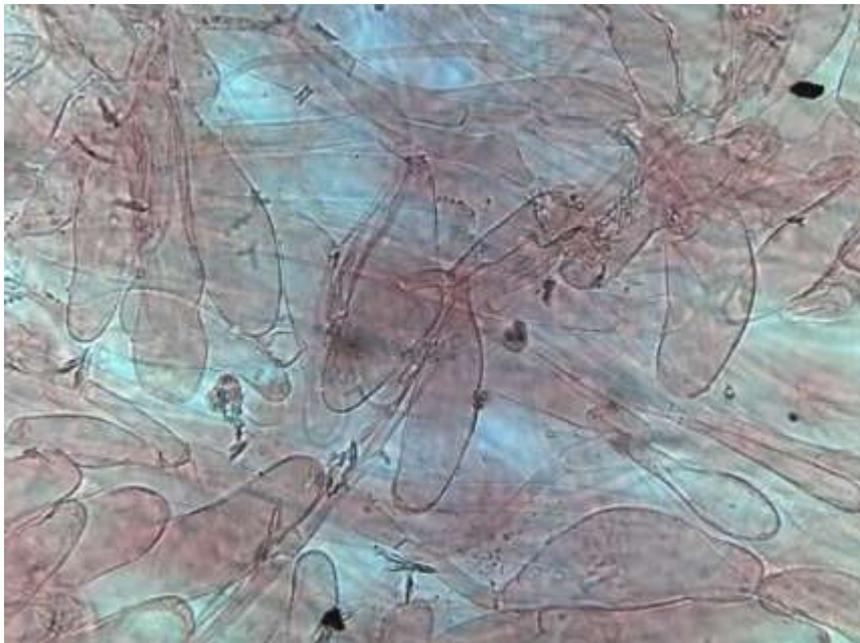
Oudemansiella mucida

Cuticule hyméniforme, complètement dissociée.



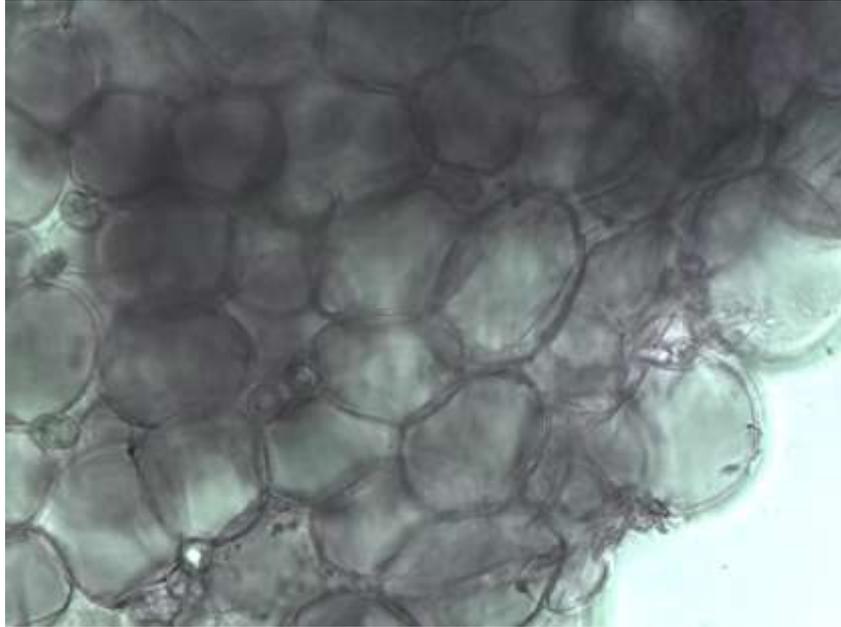
Pholiotina velata

Transition entre celluleux et hymeniforme.



Pluteus boudieri

Trichoderme à grosses cellules allongées



Pluteus nanus

Revêtement cellulaire



Pluteus umbrosus

Trichoderme typique.

Photos prises avec 40x ou 100x

Ce dernier chapitre termine cette introduction à la mycologie microscopique qui avait pour but de donner quelques pistes à des mycologues débutants. Le sujet est évidemment beaucoup plus vaste et nécessite des ouvrages spécialisés (Méthodes de préparation et de coloration) si on veut aller plus loin. Les méthodes diffèrent d'ailleurs selon les groupes de champignons que l'on veut étudier.

On peut trouver des sites très intéressants sur Internet.

Amicalement