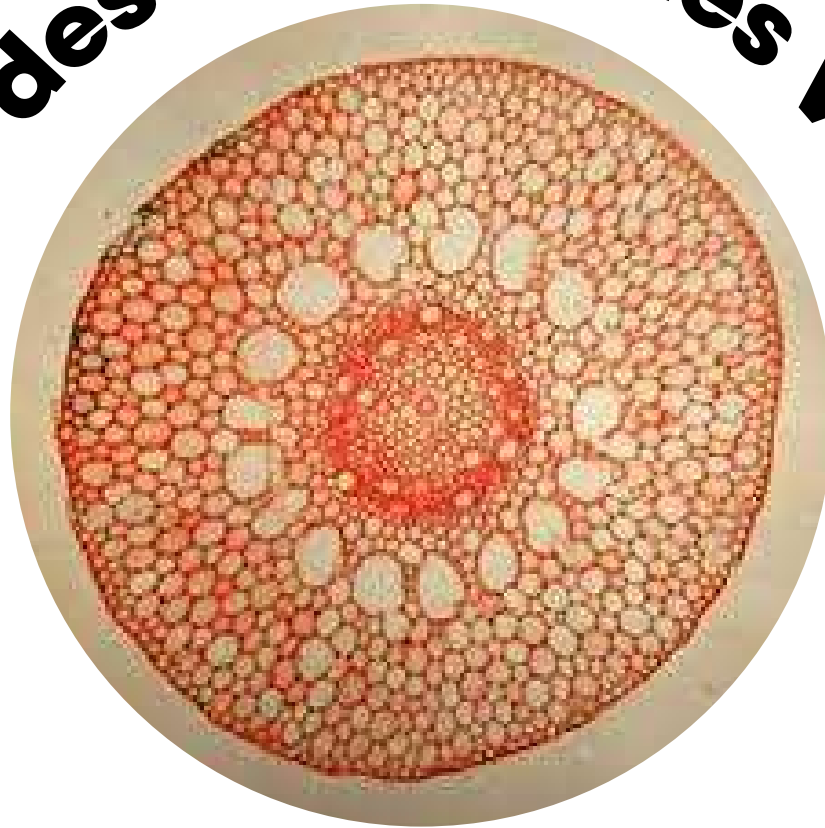


Biologie des Organismes Végétaux



SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi

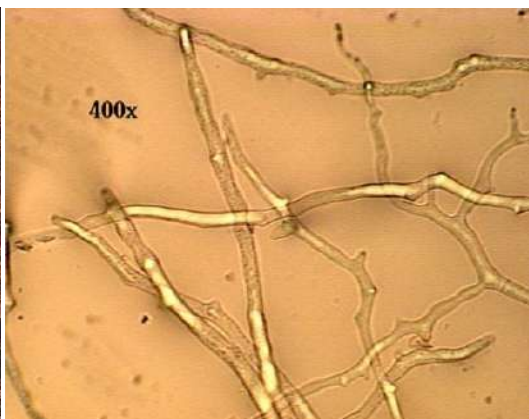


- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

FILIERE : SCIENCES DE LA VIE

MODULE : Biologie des Organismes Végétaux (BOV)

PARTIE THALLOPHYTES : LES CHAMPIGNONS



Année Universitaire : 2019/2020

Pr. Lhoussaine BOUMNICH

I/ GENERALITES

La science qui étudie les champignons (ou mycètes) est la mycologie.

Les champignons sont des organismes immobiles (excepte les Myxomycètes) qui ont longtemps été classés parmi les végétaux mais qui présentent des caractères communs avec les animaux (mode de vie, paroi cellulaire en chitine). L'organisation cellulaire et les études génétiques ont conduit à distinguer un véritable règne autonome : le règne fongique qui est composé de plus de 300000 espèces décrites sur un total estimé à 1.5 millions d'espèces.

Caractères communs avec les végétaux

- Absence de motilité (sauf chez les myxomycètes proches des amibes);
- Paroi cellulaire glucidique (cellulosique et chitineuse) au moins à un stade du cycle de développement;
- Multiplication par des spores;
- Cycle de développement avec alternance de générations;
- Grandes vacuoles turgescentes riche en eau.

Caractères communs avec les animaux

- Absence de plastides et de pigments photosynthétiques;
- Hétérotrophie vis-à-vis du carbone (saprophytes, parasites ou symbiotes);
- Réserves formées par des matières grasses et du glycogène;
- Dépôt de chitine (paroi chitineuse).

Sur le plan morphologique, Ils sont très diversifiés et montrent des organismes microscopiques unicellulaires (levures), pluricellulaires (moisissures) et des champignons macroscopiques (exemple champignon à chapeau)

Ce sont des organismes eucaryotes faisant partie des thallophytes. Leur appareil végétatif est un thalle caractérisé par l'absence de racine, de tige, de feuilles et de cellules différenciées, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de groupes de cellules spécialisées dans une fonction particulière (excepté la reproduction).

Sur le plan écologique, les champignons vivent pratiquement dans tous les milieux et fructifient en toute saison. Cependant, la croissance d'une espèce est dépendante des conditions du milieu : humidité, température, nature du sol, environnement végétal. Les champignons saprophytes participent au maintien de l'équilibre écologique (décomposition de la matière organique, recyclage des éléments minéraux et formation de l'humus).

Ils ont une importance économique dans l'agroalimentaire (pain, fromage, alcool, carpophores) et la pharmacologie (antibiotiques).

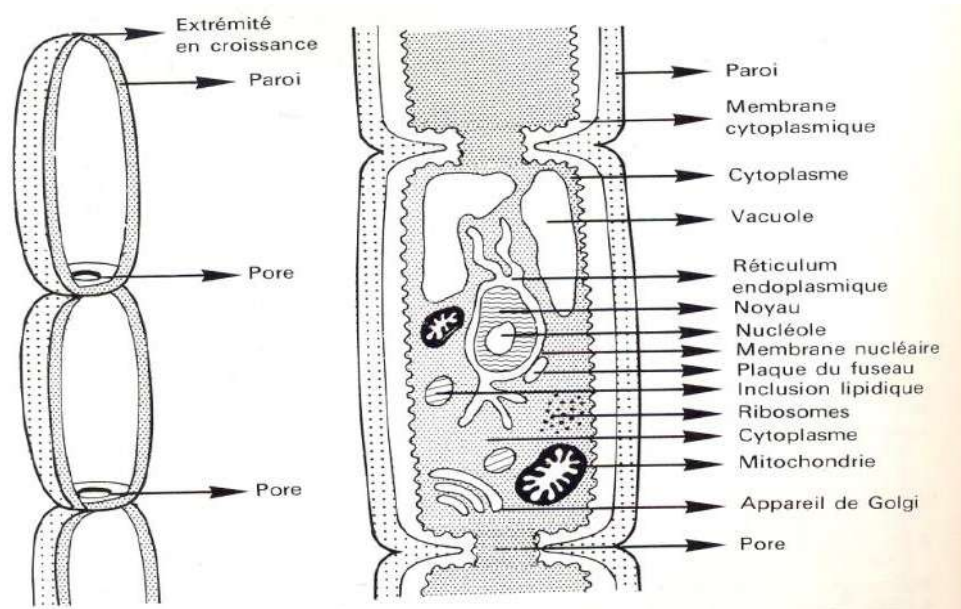
Certaines espèces sont toxiques d'autres sont responsables des maladies chez les végétaux, animaux et l'homme (exp. mycoses).

La reproduction est le plus souvent de type asexué et lorsque les conditions de milieu sont défavorables, elle est de type sexué.

II/ ORGANISATION MORPHOLOGIQUE ET CYTOLOGIQUE

II-1 : Caractères cytologiques des Champignons

1- La paroi cellulaire



- Toujours de nature glucidique.
- En plus de la cellulose et des composés pectiques on trouve la callose, hémicellulose et de la chitine. La plupart des champignons montrent une paroi chitineuse.

2- Le noyau

Il est de petite taille, est identique à celui des plantes avec trois organisations :

Hyphe haploïde (n); diploïde (2n) et dicaryotiques (n + n);

3- La vacuole

La vacuole est souvent volumineuse et riche en enzymes. Elle repousse le cytoplasme et les (s) noyaux en périphérie contre la paroi

4- Les mitochondries

Les mitochondries sont de formes filamenteuses

5- L'appareil cinétique (ou flagellaire)

- Les flagelles présentent les mêmes caractéristiques que chez les algues
- La présence ou l'absence de zoïdes est un caractère de systématique chez les champignons (champignons à zoïdes et champignons sans zoïdes)

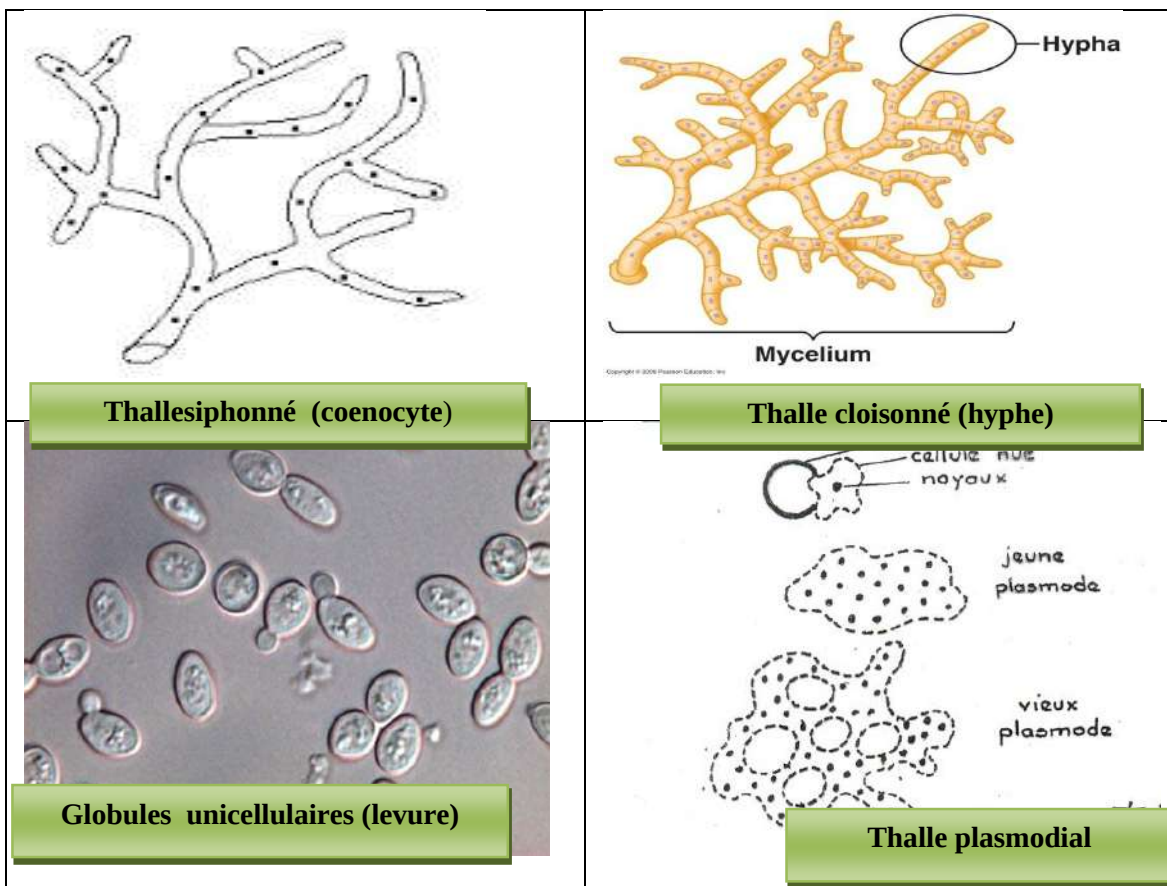
II.2. Appareil végétatif

L'appareil végétatif des champignons est un thalle qui se présente, dans la majorité des cas, sous forme de filaments fins et ramifiés dont l'ensemble constitue un mycélium. Selon l'organisation du mycélium on distingue :

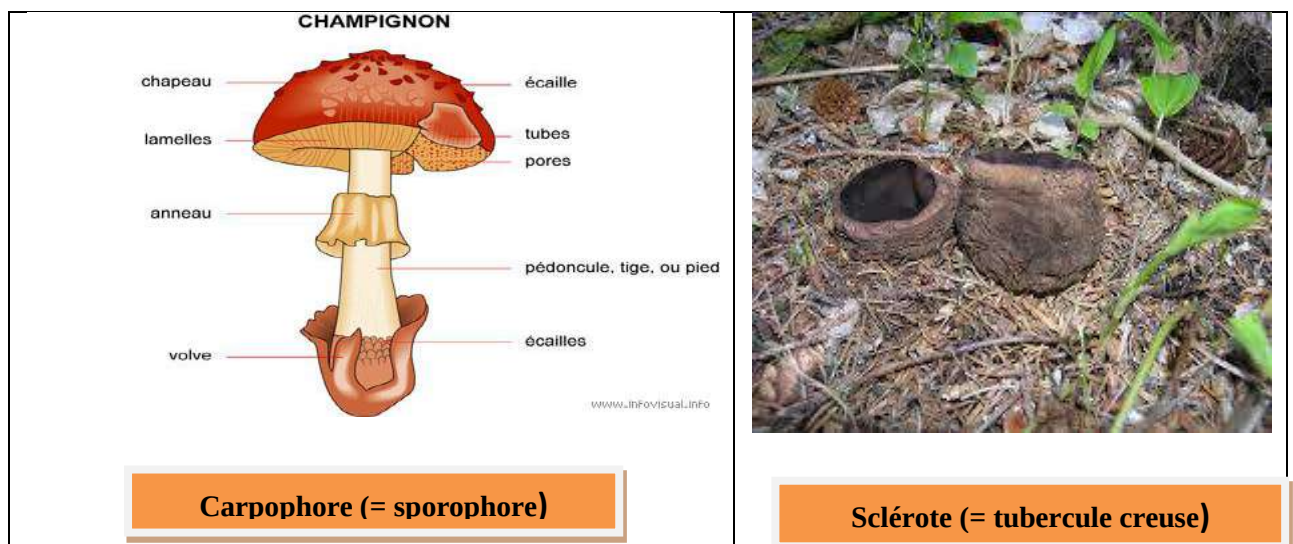
- **Les siphomycètes**, à mycélium siphonné, regroupent les champignons inférieurs (Chytridiomycètes, Oomycètes) et les Zygomycètes. Le mycélium est un coénocyte plurinucléé.
- **Les septomycètes** qui possèdent un mycélium cloisonné caractérisent les champignons supérieurs (Ascomycètes, Basidiomycètes) et les deutéromycètes (champignons imparfaits); les articles peuvent être uninucléés ou plurinucléés

Chez certains champignons, le thalle peut être constitué par des **globules unicellulaires** comme c'est le cas pour les levures, ou des **plasmodes** simples pour les champignons gélatineux.

Différents types de thalle



N.B. Les filaments cloisonnés (ou hyphes) peuvent s'agglomérer pour former des fructifications sous forme de stroma, de sclérote, de rhizomorphe ou de carpophore.





Rhizomorphe (= cordons)

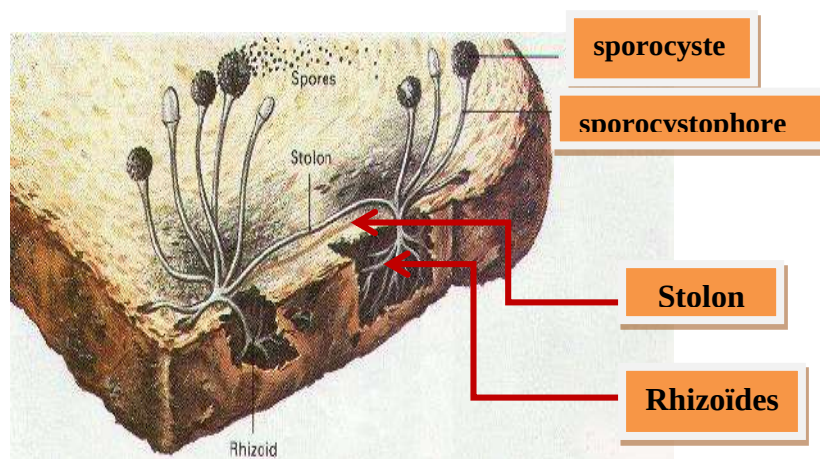


Stroma

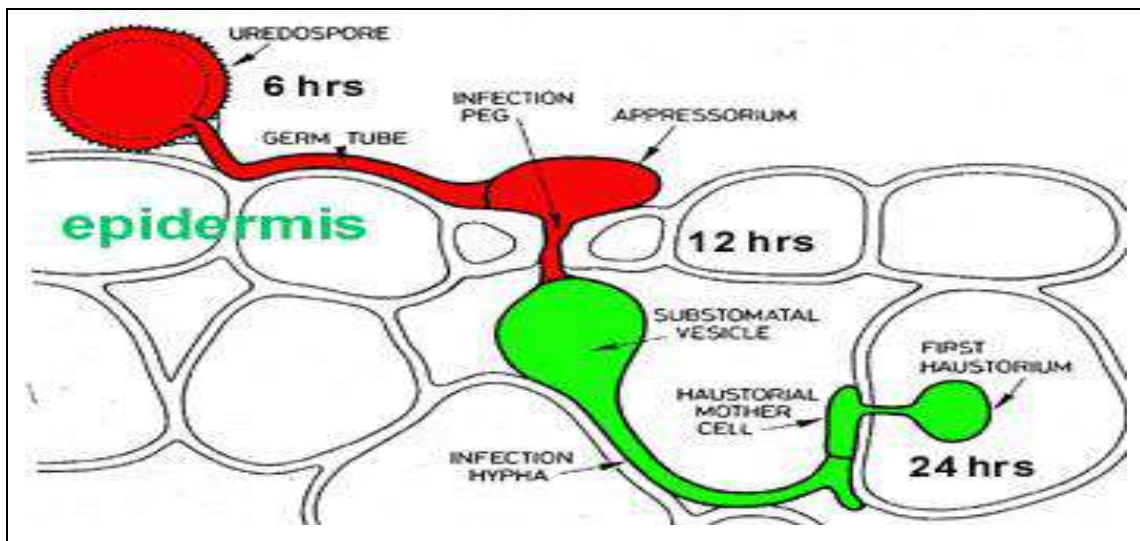
Les fructifications chez les champignons

Des modifications morphologiques plus ou moins importantes des filaments et des parois cellulaires peuvent survenir, conduisant à la formation de structures adaptées au substrat, ainsi on distingue :

- Dans le cas des moisissures des stolons et des rhizoïdes :
 - **Stolons**: filaments à croissance horizontale permettant l'elongation et la propagation du mycélium.
 - **Rhizoïdes** : filaments qui assurent la fixation du thalle au substrat.



- Dans le cas des champignons parasites des appressorium et des suçoirs :
 - **Appressorium** qui permet la fixation d'un champignon sur une plante;



- **Suçoirs (ou haustorium)** seuls pénètrent à l'intérieur des cellules pour sucer l'eau et les sels minéraux, le reste du mycélium restant intercellulaire.

III/ REPRODUCTION

Lorsque les conditions de milieu sont favorables, les champignons se reproduisent en majorité de façon asexuée. Les phénomènes sexués interviennent le plus souvent quand les conditions du milieu sont défavorables.

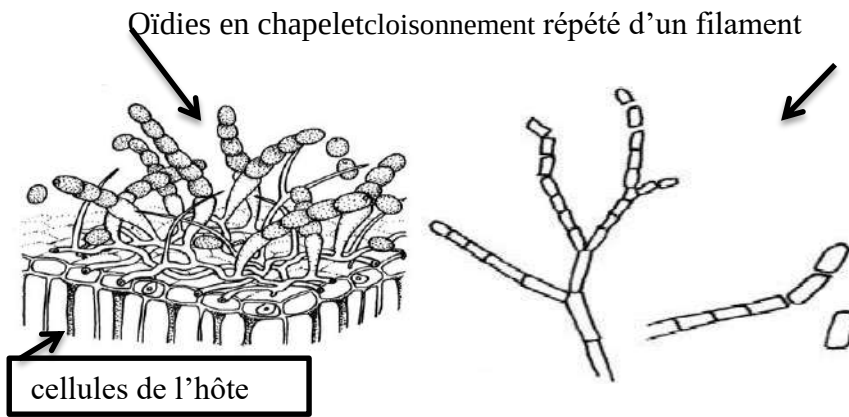
III.1 :Reproduction asexuée (ou multiplication végétative)

C'est une multiplication végétative qui ne met en jeu ni gamètes ni fécondation. Elle ne fait intervenir que des mitoses et peut être assurée par plusieurs mécanismes : fragmentation mécanique, bourgeonnement ou par production de spores asexuées(dites spores indirectes)

► Fragmentation de mycélium

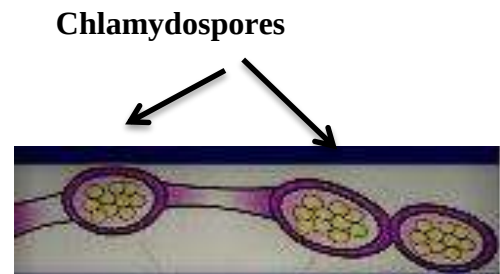
Le thalle végétatif se fragmente et les articles libérés, contenant les noyaux, font office de spores. Ils se dispersent et peuvent se fixer sur un substrat favorable.

Arthrospores ou oïdies :



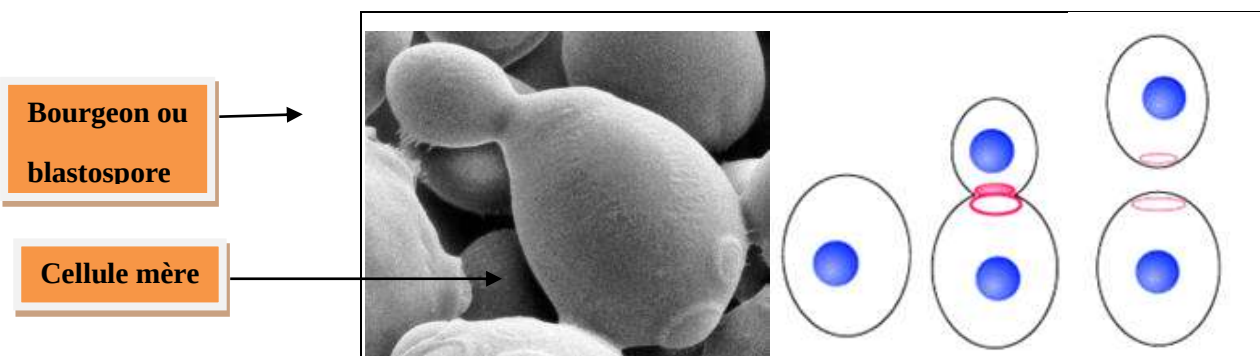
Se forment, chez les Champignons à la suite du cloisonnement répété d'un hyphe et les petits fragments obtenus donnent de nouveaux individus.

Chlamydospores : Apparaissent le long des filaments ou à leur extrémité. Le contenu d'un article se contracte après avoir accumulé des réserves et s'entoure d'une membrane épaisse, souvent pigmentée (spores de résistance).



► Bourgeonnement des formes unicellulaires (Blastospores)

C'est le mode de multiplication asexuée des levures qui se fait par simple division cellulaire.

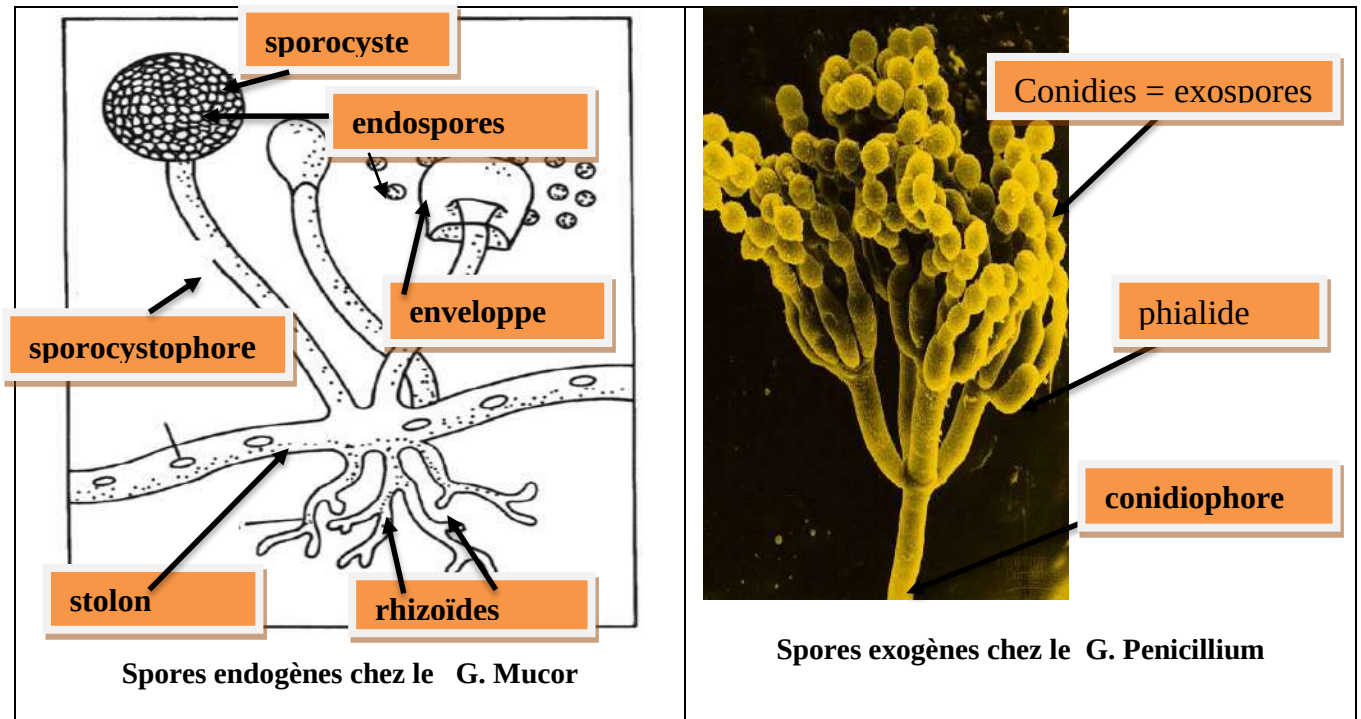


Bourgeonnement des cellules de levures

► Production de spores asexuées

Il existe fondamentalement deux types de formation des spores asexuées :

- Les spores endogènes (ou endospores) sont formées, par simples mitoses, et contenues à l'intérieur d'une enveloppe portée par un filament mycélien appelé sporocystophore (Zygomycètes : O. Mucorales et O. Entomophthorales)
- Les spores exogènes (ou exospores) sont formées et émises successivement par simples mitoses au sommet d'un mycélium différencié (ou phialide) porté par un conidiophore (Ascomycètes et Basidiomycètes).



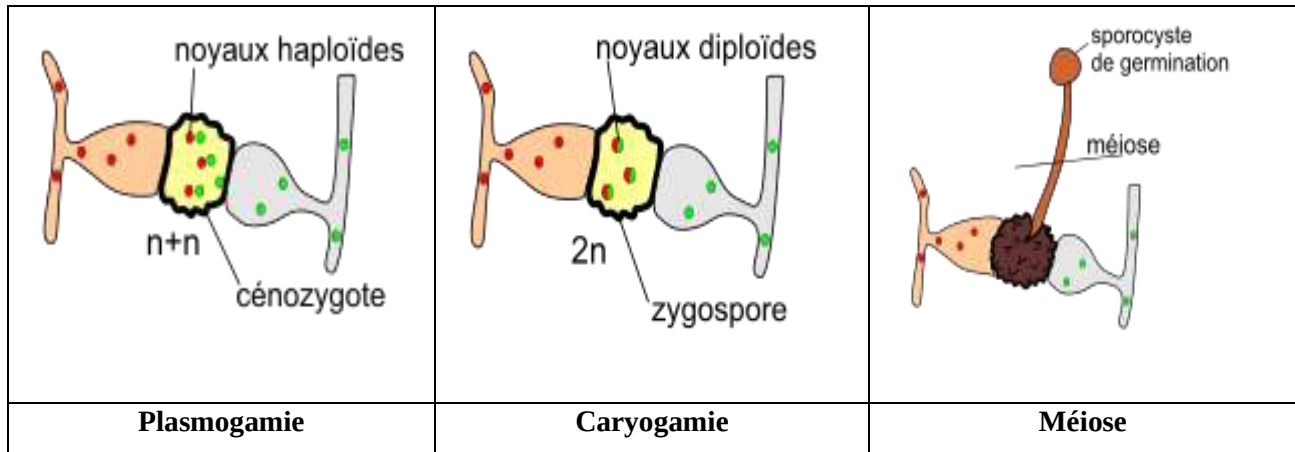
III.2 : Reproduction sexuée

La reproduction sexuée est souvent liée aux conditions défavorables. Elle se fait grâce à l'union de deux gamètes mâle et femelle génétiquement compatibles qui donnent un zygote à l'origine d'un nouveau individu.

Les spores qui interviennent dans un cycle sexué sont des **spores méiotiques** (de passage ou de germination). La formation des noyaux de ces dernières est basée sur la succession de trois événements : **plasmogamie, caryogamie et méiose**.

- **Laplasmogamie** : fusion des cytoplasmes sans fusion des noyaux mâle et femelle génétiquement compatible. C'est le stade dicaryotique ($n+n$ chromosomes). On désigne les thalles complémentaires par + et - ou **A et a**.

- La **caryogamie**: Elle aboutit à la formation d'un **zygote** contenant plusieurs noyaux diploïdes suite à la fusion des noyaux haploïdes mâle et femelle (Zygospores dans le cas des Zygomycètes).
- La **méiose**: les noyaux diploïdes du zygote subissent une méiose dans le tube de germination formant ainsi des spores haploïdes enfermées dans le sporocyste ou dans des asques.



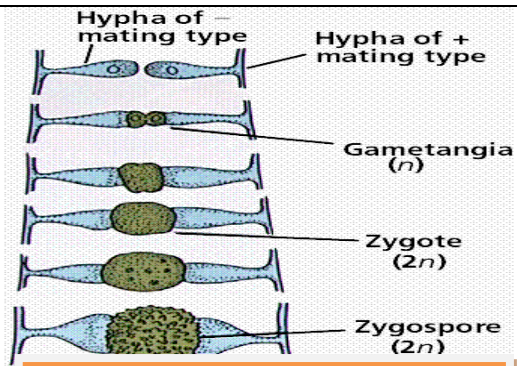
N.B. Chez certaines espèces, le stade dicaryotique est suivi par la phase microhaploïde par la multiplication des noyaux mâles et femelles d'une façon indépendante.

Dans la plupart des cas, la plasmogamie et la caryogamie sont simultanées, cependant chez les champignons Ascomycètes et Basidiomycètes, la fusion des cytoplasmes n'est pas immédiatement suivie de celle des noyaux.

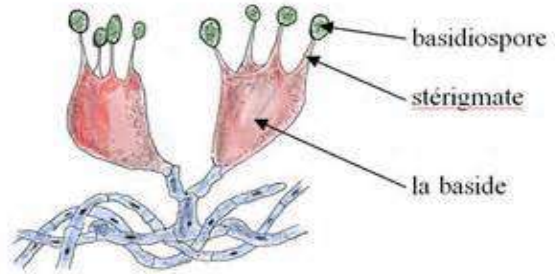
Les spores sexuées sont formées en nombre limité et caractérisent les grands groupes de champignons. On distingue ainsi les **oospores**, les **zygospores**, les **ascospores** et les **basidiospores** correspondant respectivement aux **Oomycètes**, **Zygomycètes**, **Ascomycètes** et **Basidiomycètes**.

III.3 : Cycles biologiques

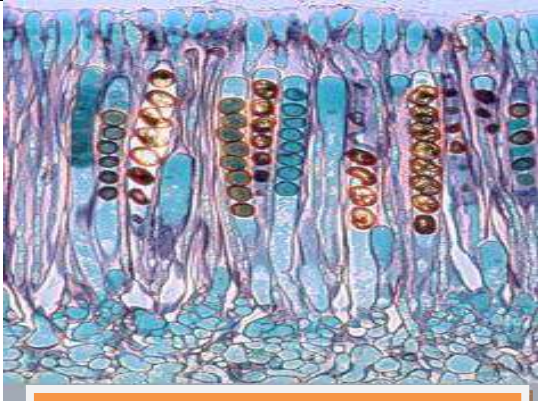
3.1 : Les modalités de fécondation chez les champignons



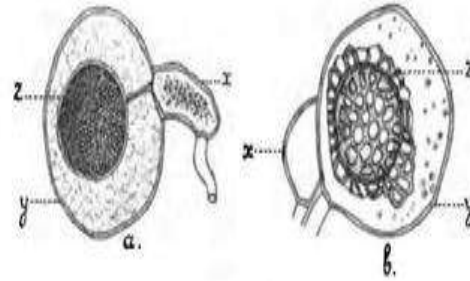
Zygospore des Zygomycètes



Basidiospore des Basidiomycètes



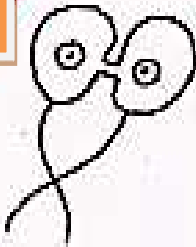
Ascospores des Ascomycètes



Oospore des oomycètes

Planogamie isogamme

γ_f



γ_m

Planogamie isogame
Ex.: Olpidium
(Phycomycète)

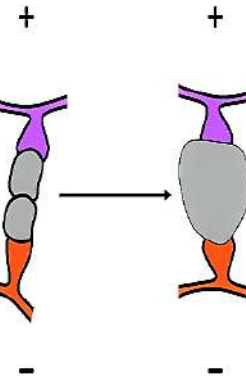
Planogamie anisogame

γ_m



γ_f

Planogamie anisogame
Ex.: Allomyces javanicus
(Phycomycète)

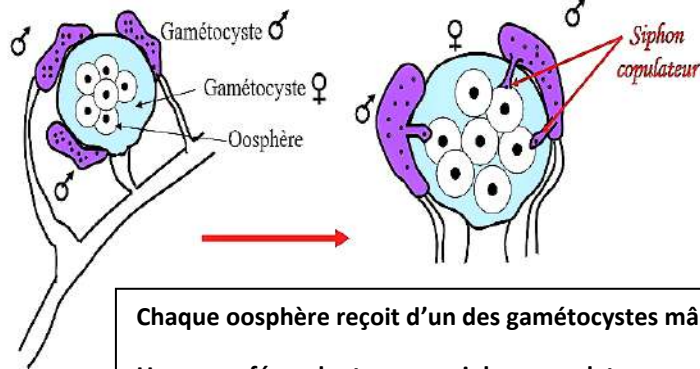


Oogamie typique

Oogamie



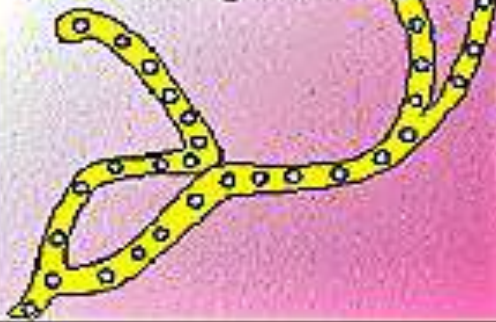
exemple : Saprolegnia



Chaque oosphère reçoit d'un des gamétocystes mâles
Un noyau fécondant, par un siphon copulateur.

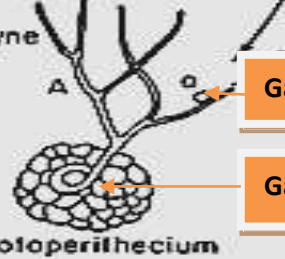
Perritogamie

Somatogamie



Trichogamie

trichogyne



Gamète mâle

Gamète femelle

protoperithecium

3.1 : Les cycles sexuels (voir T.D.) Tous les types de cycles biologiques existent chez les champignons : cycle **monogénétique**, cycle **digénétique** et cycle **trigénétique**.

3.3 : Hétérothallisme et Homothallisme

Dans certains cas, la fécondation n'est possible que si les gamètes proviennent de thalles différents notés selon les cas A/a ou +/-, il existe donc deux types de thalles, d'où le nom d'hétérothallisme donné à ce phénomène. En revanche, si la fécondation est possible entre des gamètes provenant d'un même thalle, il y a homothallisme.

IV/ ROLE ET IMPORTANCE DES CHAMPIGNONS

Les champignons se distinguent des algues par l'absence de pigments assimilateurs d'où ce sont des hétérotrophes vis-à-vis du carbone c'est-à-dire qu'ils ont besoin, pour leur nutrition, d'aliments de nature organique. Cette hétérotrophie impose aux champignons trois modes de vie :

4.1 : Les champignons saprophytes (= décomposeurs)

Ils vivent sur la matière organique morte d'origine diverses (animale ou végétale) et contribuent à la dégrader. Ils jouent un rôle important de nettoyeurs en fabriquant l'humus (minéralisation).

Avec quelques bactéries, ils sont les seuls organismes capables de décomposer la lignine et la cellulose, permettant ainsi la transformation de la matière organique complexe en éléments chimiques simples (carbone, azote, phosphore, soufre etc...).

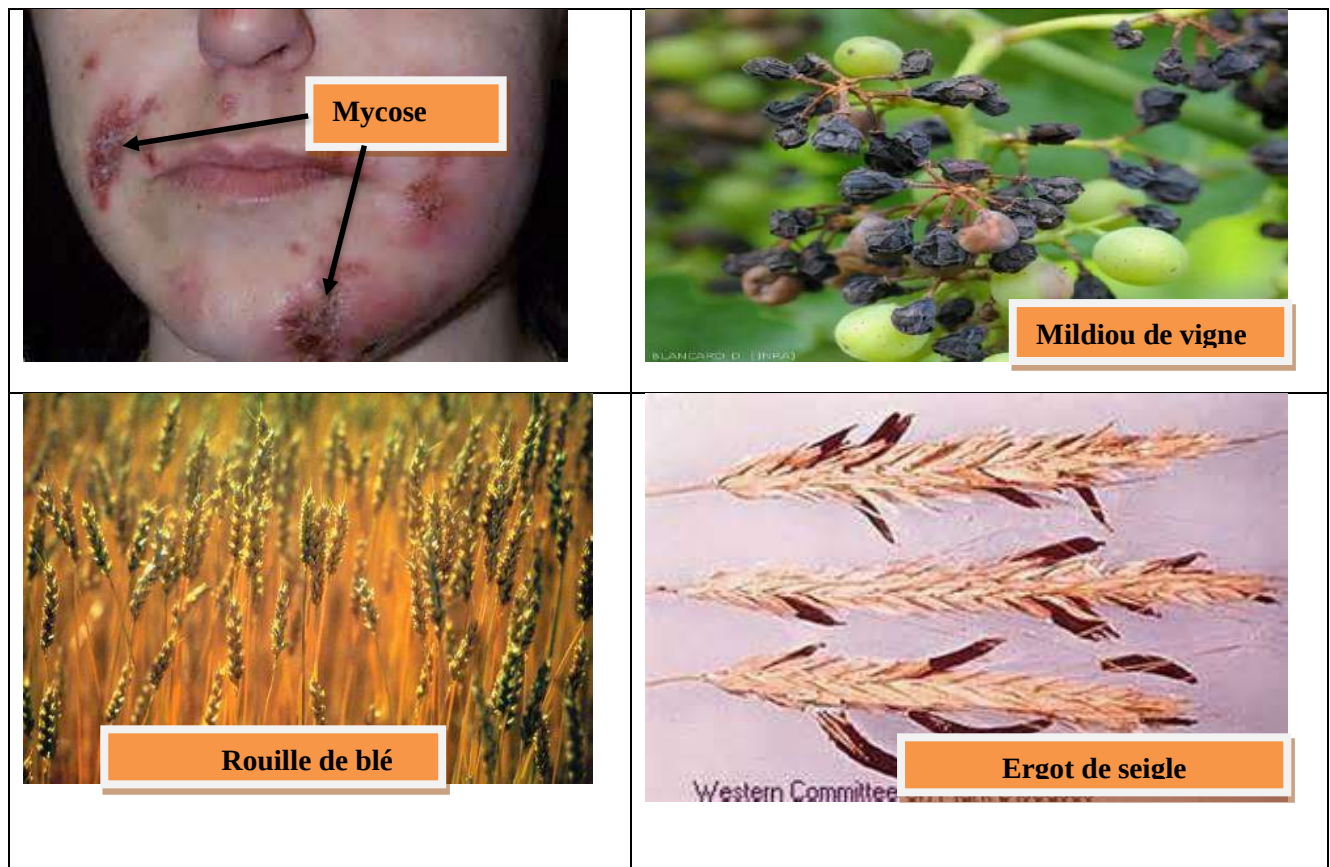


4.2 : Les champignons parasites

Ils se nourrissent aux dépens des organismes vivants (végétaux ou animaux) chez lesquels ils provoquent des maladies;

Les Ascomycètes sont à l'origine de nombreuses maladies : anthracoses (pois, haricot, vigne, melon), du chancre du châtaignier, de l'ergot du seigle et des autres céréales, du mildiou des fruits à noyaux et de bien d'autres maladies. De même, certains basidiomycètes provoquent les rouilles et les charbons...

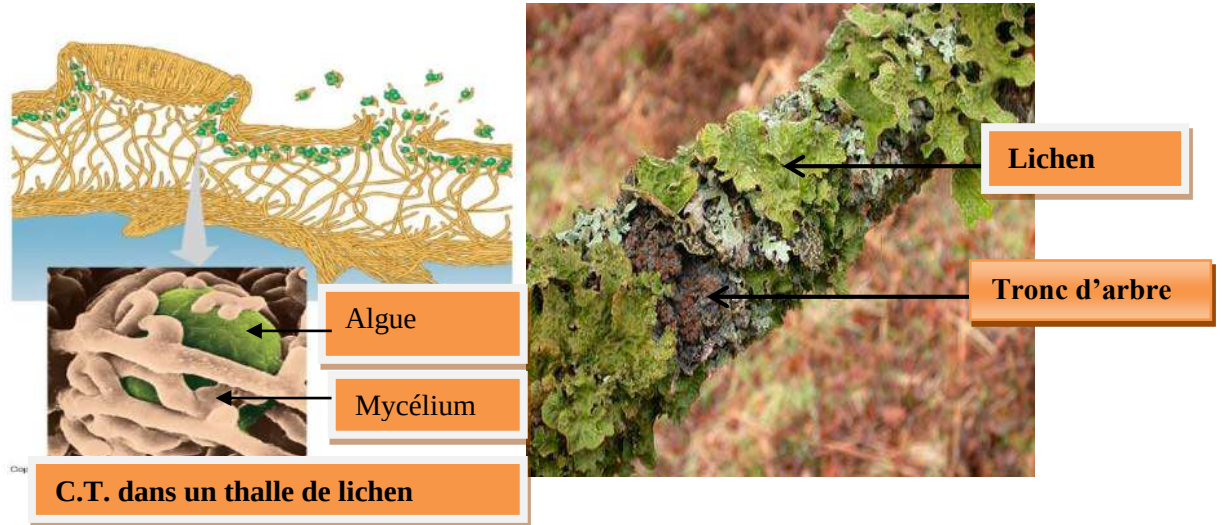
Les champignons parasites des animaux puisent leur alimentation directement dans des tissus vivants et provoquent des maladies. Exemple les mycoses chez l'homme. De nombreux champignons sont également des parasites d'insectes.



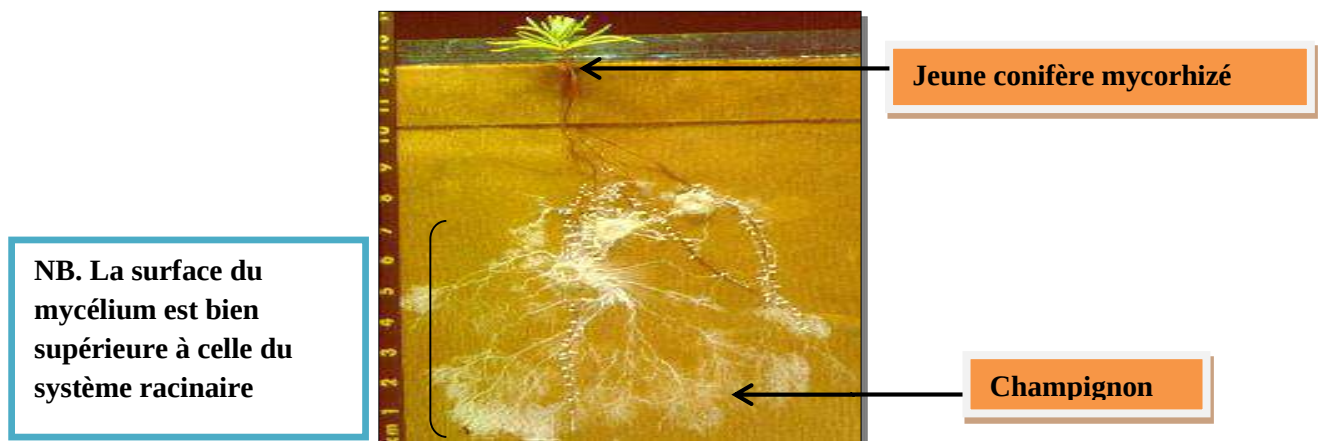
4.3: Des champignons symbiotiques

Ils vivent en association à bénéfice réciproque avec d'autres êtres vivants. Deux exemples types les lichens et les mycorhizes :

- **Les lichens** sont des thalles formés par l'association d'une algue et d'un champignon. Ce dernier fournit le support, la protection, les sels minéraux et l'humidité par contre l'algue fournit les nutriments issus de l'activité photosynthétique.



- **Les mycorhizes** : c'est l'association entre les racines d'une plante et le mycélium d'un champignon. La plante bénéficie de cette symbiose par une augmentation de la capacité de captage auquel participe le mycélium car il descend profondément dans le sol.



V/ INCONVENIENTS ET APPLICATIONS

Les champignons contaminent les aliments et provoquent des maladies chez les plantes, les animaux et l'Homme, mais ils sont en revanche, très utiles pour les antibiotiques qu'ils produisent et pour le rôle d'auxiliaire qu'ils jouent dans l'industrie agroalimentaire.

5.1: Inconvénients

- Contamination des aliments
- Maladies

Environ 83% des maladies des plantes cultivées sont dues à des champignons; ceux-ci détruisent chaque année près du quart des récoltes mondiales

L'Homme et les animaux peuvent être touchés par trois types de maladies:

-**des mycoses**, qui sont dues à l'invasion d'un tissu vivant par un champignon;

-**des allergies**, réactions particulières d'un individu à la suite de l'inhalation de spores ou tout contact avec un champignon donné;

-**des intoxications**, qui résultent soit de la consommation de champignons vénéneux, soit de l'ingestion d'aliments sur lesquels se sont développés des moisissures qui diffusent des substances toxiques.

5.2: Applications

➤ Dans l'agroalimentaire

Les levures sont principalement utilisées dans la fermentation alcoolique, par exemple au cours de la vinification (fabrication du vin) et toutes les boissons alcoolisées et servent également à la fabrication des pâtes levées (exemple le pain)

Les carpophores de certaines espèces comestibles peuvent provenir soit des cueillettes des champignons sauvages en automne et au printemps ou des cultures.

Les fromages sont des produits complexes élaborés à partir du caillé du lait. De nombreuses espèces de champignons interviennent dans la fabrication des fromages: *Penicillium camemberti* pour le camembert, *Penicillium roquefortii* pour le roquefort, etc.

➤ Dans la fabrication des additifs

De nombreuses molécules sont ajoutées à des aliments pour faciliter la préparation, améliorer la présentation, améliorer les qualités organoleptiques ou faciliter la conservation. Ces additifs peuvent évidemment être chimiques mais sont souvent apportés par des champignons tels les acides organiques comme l'acide citrique (*Aspergillus niger*, *P. citrinum*)

➤ Dans la fabrication de médicaments

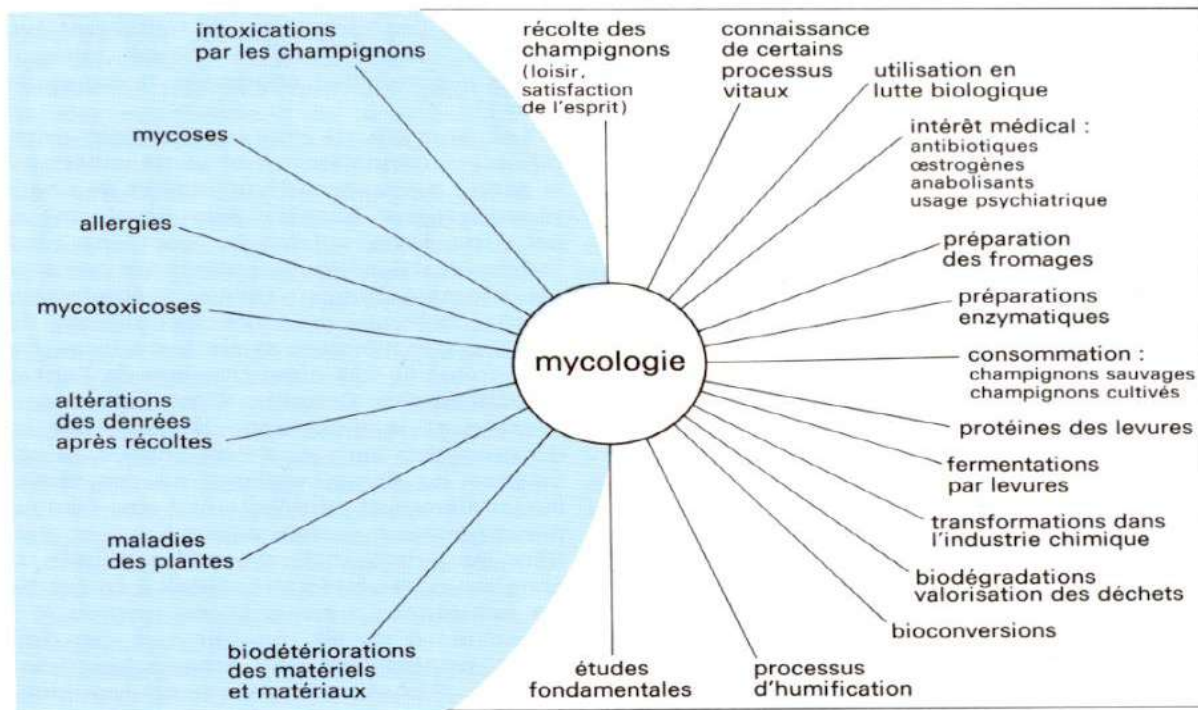
Le premier **antibiotique** découvert par Alexandre Fleming (1929), est la pénicilline produite par une moisissure *Penicillium notatum*. D'autres moisissures produisent les céphalosporines (antibactériens), la griséofulvine (antifongique) ...

La cyclosporine, médicament qui s'oppose aux réactions de rejet par le système immunitaire des tissus étrangers après les transplantations d'organes, est produite naturellement par un champignon, *Tolypocladium inflatum*.

Des champignons de grande taille, qui ne sont pas comestibles, produisent également des substances utilisées dans l'industrie pharmaceutique.

➤ Dans l'industrie

Certains champignons produisent des enzymes exemple des amylases, qui permettent la digestion de l'amidon et sa transformation en dextrines (exp. Alimentation des enfants) ou en fructose (boissons sucrées et confiseries). D'autres sécrètent des acides (acides citriques, gluconique, gallique, fumarique...) et des vitamines comme l'ergostérol, molécules que l'on peut extraire des restes de levures de fermentation, permet d'obtenir **la vitamine D**, mais aussi la **riboflavine (vit. B2)** et la **biotine (vit H)**.



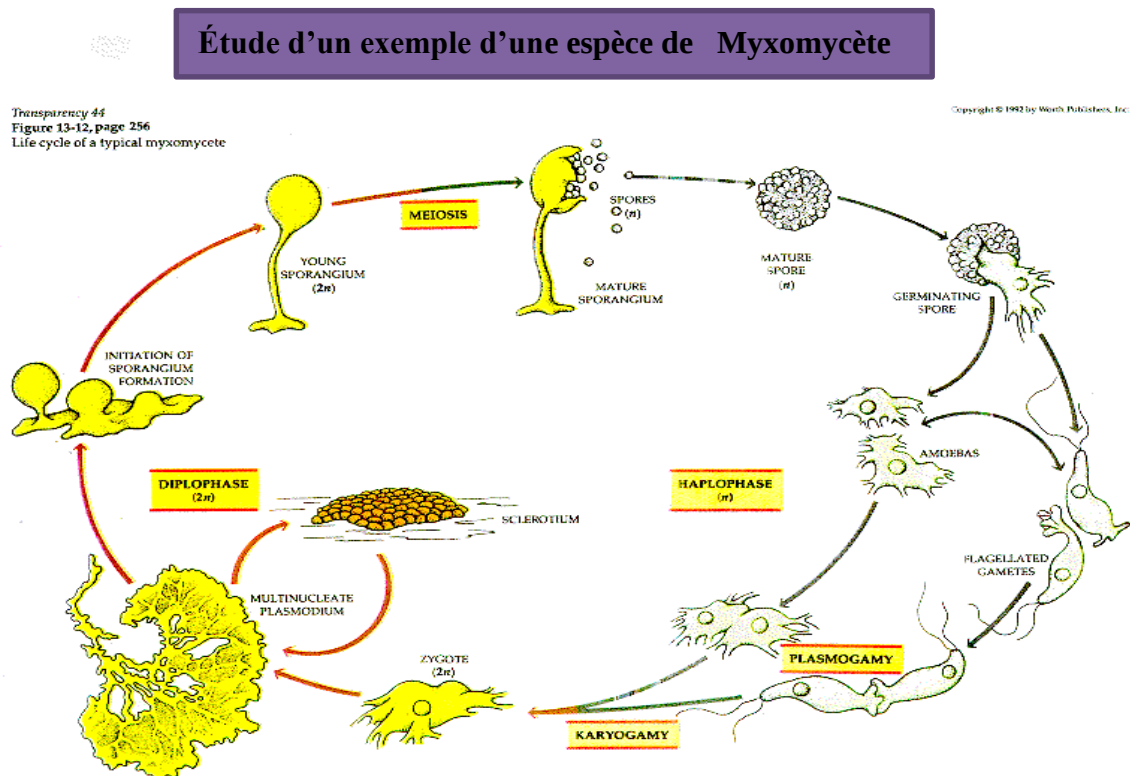
Classification des champignons

- Le règne Fungi, désormais dissocié des règnes « animal » et « végétal », est subdivisé en 2 grands groupes :
- Les champignons imparfaits représentés par les **Oomycètes** et **Myxomycètes** ;
- Les champignons parfaits ou Eumycètes qui regroupent **Les Chytridiomycètes, les Zygomycètes, les Gloméromycètes, les Ascomycètes et les Basidiomycètes.**

I/ Les champignons imparfaits

I.1- Les Myxomycètes

L'appareil végétatif est un thalle plasmodial sous forme d'amibe géante multinucléée ou agrégat d'amibes uninucléées sans paroi cellulaire. Le thalle se déplace par des pseudopodes et se nourrit par phagocytose des bactéries et des débris. Leur reproduction implique la formation de cellules mobiles par deux flagelles inégaux ou par des pseudopodes.

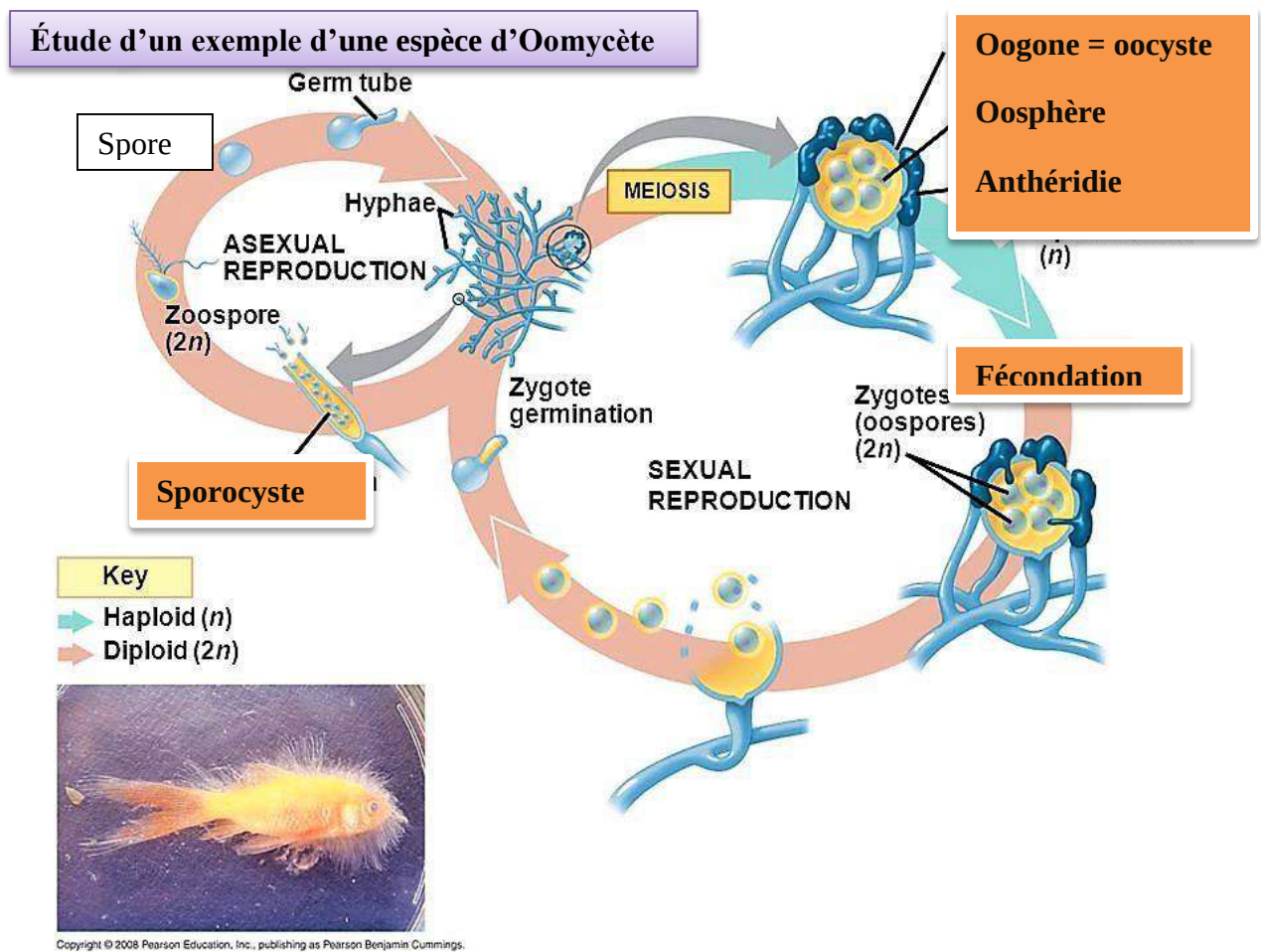


I.2- Les Oomycètes (= champignons algues)

Espèces à thalle coénocytique (ou siphonné), cellules, non séparées par des cloisons, sont à paroi cellulosique. La reproduction est souvent aquatique et se fait par des cellules biflagellées hétérokontées. Parfois la fécondation est une oogamie siphonogame (voir cycle)

Cette division comprend certaines espèces de grande importance économique, dans le domaine phytopathologique. Ce sont des champignons saprophytes ou parasites d'animaux et de végétaux. Un groupe, les **péronosporales**, s'est adapté à la vie terrestre en devenant parasites de plantes. Exemple *Plasmopara viticola*, agent du mildiou de la vigne.

La reproduction sexuée est une **oogamie siphonogame**. Le zygote obtenu est une oospore à paroi épaisse assurant la conservation du champignon pendant la mauvaise saison.



II. Les champignons parfaits

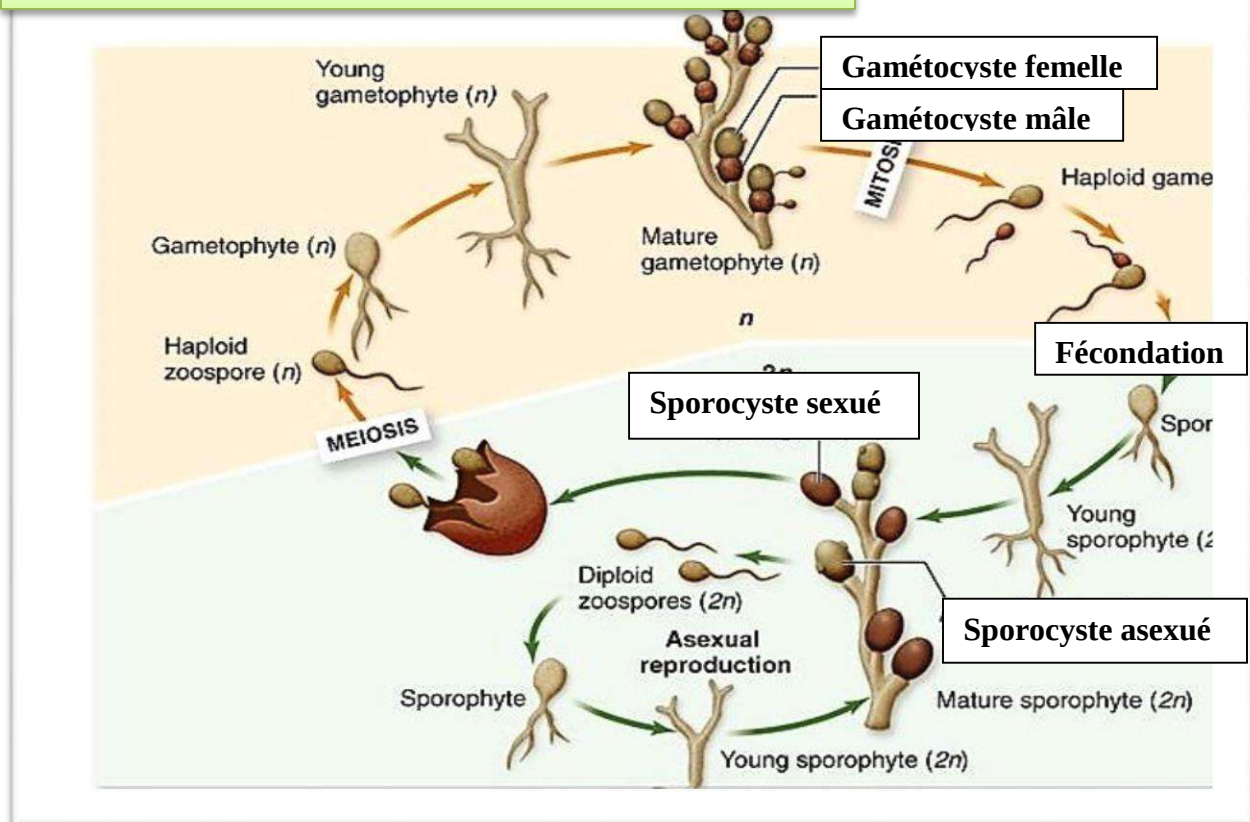
II.1- Les Chytridiomycètes (1000 espèces)

Espèces de petite taille ou microscopiques à spores uniflagellées (zoospores) et paroi cellulaire chitineuse. Elles ont été réparties en cinq ordres dont les Chytridiales. Ces derniers sont considérés par la phylogénie comme la base évolutive des champignons, d'où ont émergé les Zygomycètes puis les Ascomycètes et les Basidiomycètes. La plupart sont aquatiques, présents surtout dans les eaux douces. Le thalle ne forme pas un vrai mycélium. Certaines espèces sont unicellulaires

Les Chytridiales sont saprophytes ou parasites, dégradant la chitine et la kératine. Certaines espèces peuvent s'attaquer au maïs, à la luzerne, ou à d'autres plantes ; ce sont des endoparasites.

N.B. Une espèce en particulier, *Batrachochytrium dendrobatidis*, est connue pour causer la chytridiomycose, une maladie infectieuse occasionnant la mort des amphibiens en bloquant leurs organes respiratoires

Étude d'un cycle de développement de Chytridiomycètes



II.2- Les Zygomycètes

Ce sont des champignons, le plus souvent microscopiques, caractérisés par une structure coenocytique ou siphonnée et se présentent sous forme de très longs filaments tubulaires dans lesquels existent de très nombreux noyaux.

Ils sont caractérisés par une croissance rapide qui leurs permettent de coloniser leur milieu. La reproduction asexuée se fait par des spores immobiles formées à l'intérieur de sporocyste.

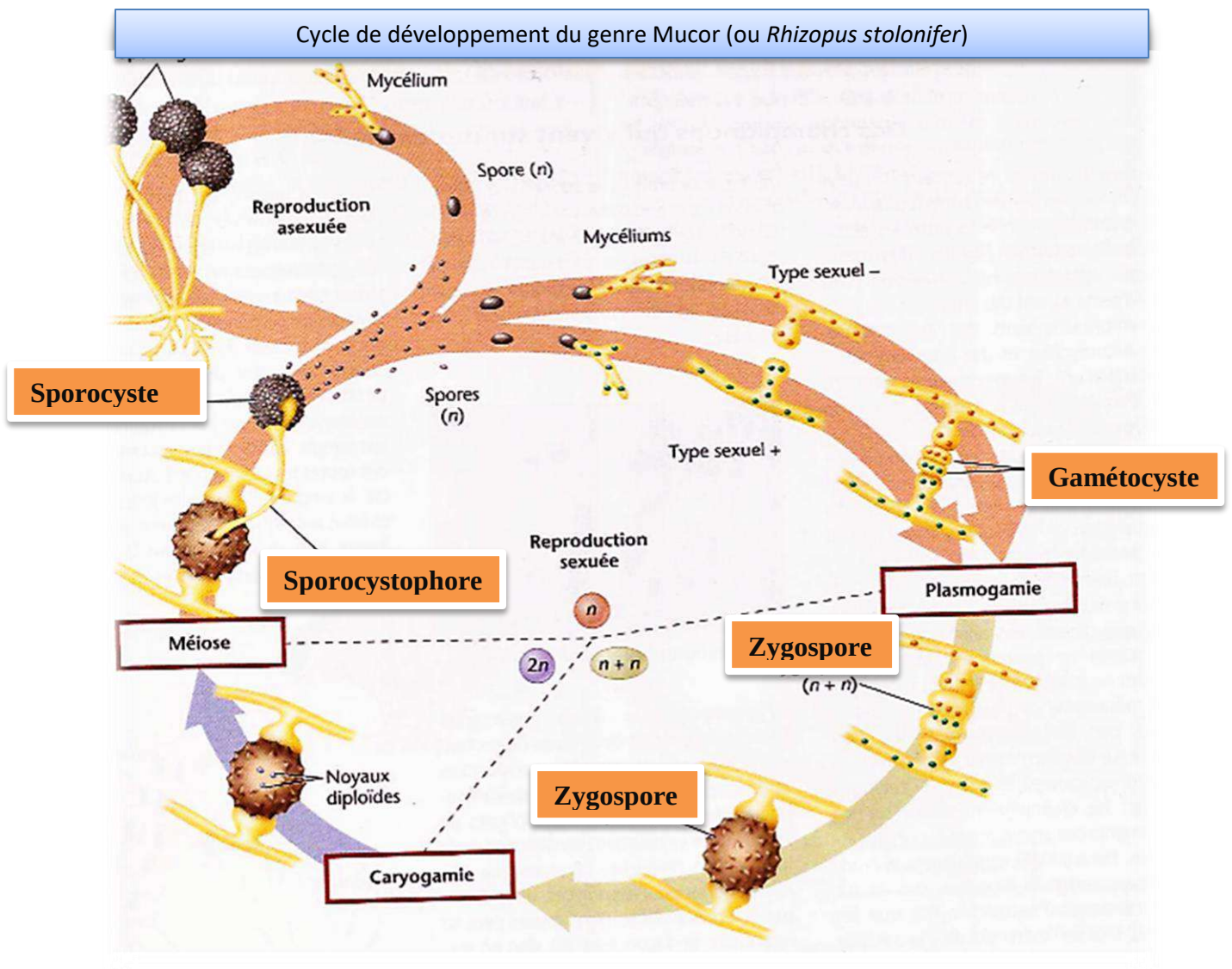
Ils doivent leur nom à leur mode de reproduction sexuée, qui se fait par isogamie avec formation de zygospore à $2N$ et à paroi épaisse (forme de conservation)

Parmi les Zygomycètes, on recense :

- a. Les Mucorales, auxiliaires de l'industrie (chimique ou pharmaceutique), phytopathogènes et parfois parasites de l'homme (agents de zygomycoses).

- b. Les Entomophthorales, parasites de plantes ou d'animaux, parfois agents de la lutte biologique contre des insectes réputés nuisibles (vecteurs de maladies parasitaires, phytophages, etc.)

Étude d'un exemple :



II.3- Les Gloméromycètes (150 espèces)

Séparés en 1993 des Zygomycètes ou ils étaient rangés dans l'ordre des Glomales, les Gloméromycètes regroupent des champignons mycorhiziens à mycélium siphonné, on ne leur connaît pas de reproduction sexuée.

II.4- Les Ascomycètes et Basidiomycètes

Spores non flagellées et montrent un stade de développement sexué

Les Ascomycètes et Basidiomycètes, sont de beaucoup les plus importants et renferment indépendamment un grand nombre d'espèces microscopiques et tous les champignons de grande taille. Ils ont le caractère commun de posséder un mycélium cloisonné mais diffèrent l'un de l'autre par le type de spores sexuées.

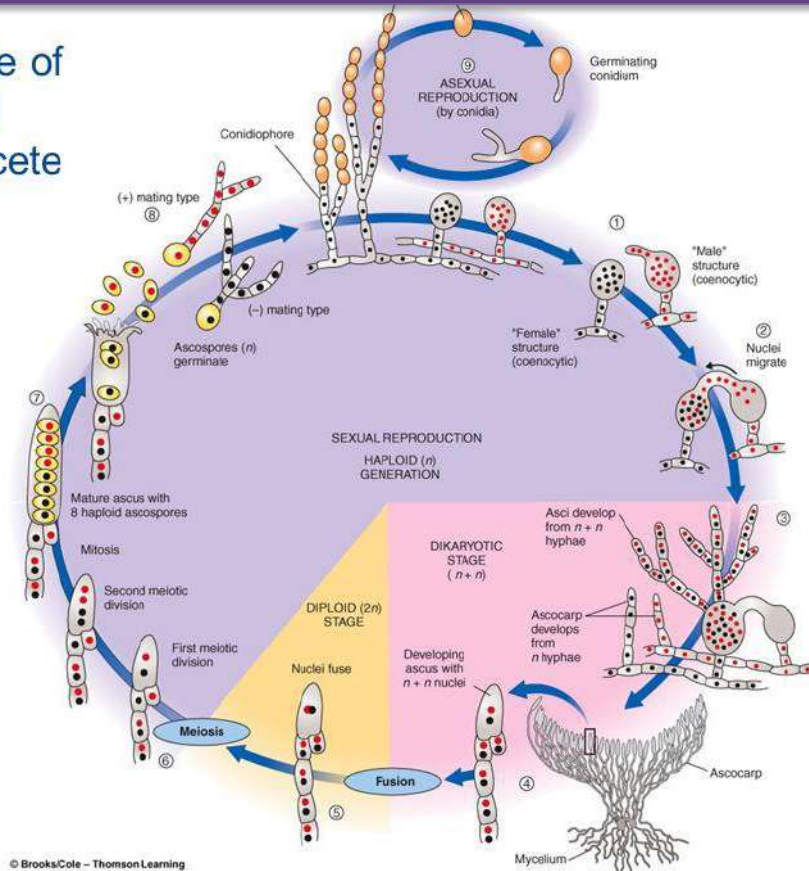
II.4.1- Les Ascomycètes (plus de 30 000 espèces !)

Ils constituent un vaste ensemble de champignons caractérisés par des spores formées à l'intérieur d'asques. Les Ascomycètes colonisent tous les milieux ; ils sont **saprophytes** (*Aspergillus*, *Penicillium*...), **symbiotiques** spécifiques par exemple, certains bolets ne poussent que sous les pins, d'autres hygrophores que sous les hêtres, tandis que l'amanite vineuse (*Amanita rubescens* !) accepte tous les arbres, etc. ...) ou **parasites** de cultures (pourritures grises des fruits et légumes, l'oïdium).

Parmi les Ascomycètes, on trouve de nombreuses espèces utiles à l'Homme comme les levures utilisées en boulangerie, brasserie et vinification, des espèces bien connues des mycophiles et des mycologues amateurs comme les morilles, les pézizes, les truffes. Cette classe de champignons comporte également de nombreuses moisissures et des champignons occasionnant des maladies aux plantes cultivées.

La classification des Ascomycètes a été, et est toujours, l'objet de nombreuses révisions. Certaines classifications sont basées sur la morphologie de l'asque, d'autres sur celle de l'ascocarpe (Plectomycètes, Pyrénomycètes, loculoascomycètes et Discomycètes)

Life cycle of a typical ascomycete



II.4.2- Les Basidiomycètes

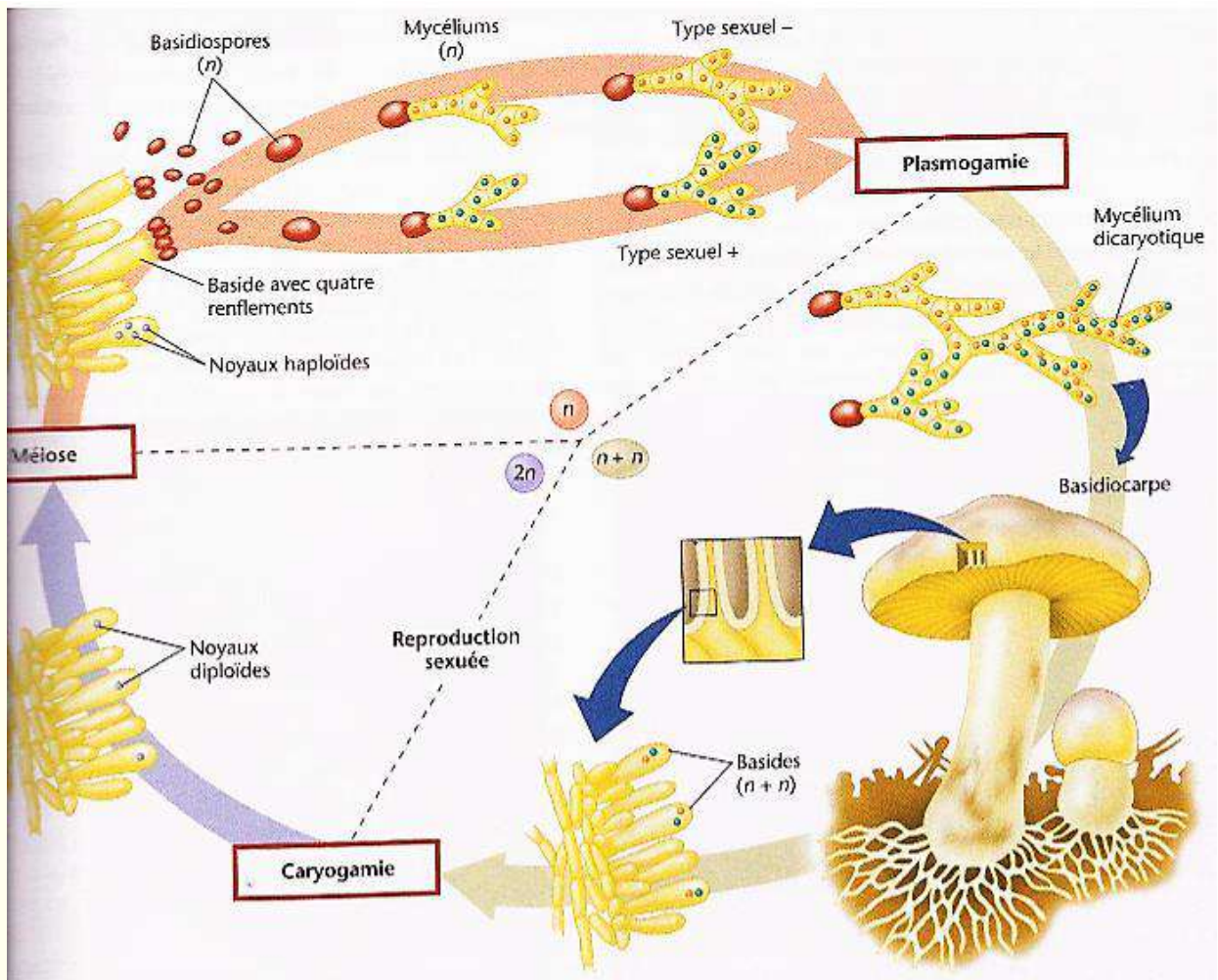
Ils constituent également une importante division des champignons renfermant la plupart des espèces produisant des sporophores comestibles ou non, ils sont couramment appelés "champignons à chapeau".

Les Basidiomycètes sont des parasites de cultures et d'arbres (rouilles, charbons), et peuvent aussi être saprophytes (destructeurs des débris végétaux).

Ils sont caractérisés par des spores formées à l'extrémité de cellules spécialisées (les basides qui se forment directement sur le mycélium ou portées par un carpophore (*Agaricus bisporus*, *Coprinus comatus*, etc.))

Ces champignons peuvent être classés sur la forme des basides ou des critères morphologiques (forme du pied et du chapeau, consistance de la chair, couleur des spores), organoleptiques (odeur et saveur) et chimiques.

Étude d'un exemple : Cycle d'agaricus



Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

