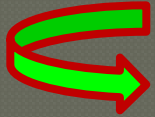


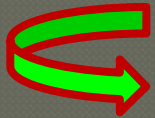
# **Mycology Part II**

## 8. La reproduction chez les moisissures

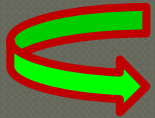
La reproduction est complexe, elle peut être:



Asexuée → conidies **ANAMORPHE**



Sexuée → **TELEOMORPHE** (permet la classification des champignons)



Sexuée + Asexuée (alternance) → **HOLOMORPHE**

# Anamorph Teleomorph vs Holomorph

More Information Online [WWW.DIFFERENCEBETWEEN.COM](http://WWW.DIFFERENCEBETWEEN.COM)

## Anamorph

## Teleomorph

## Holomorph

Anamorph is the asexual stage of a fungus

Teleomorph is the sexual stage of a fungus

Holomorph is the whole fungus including anamorph and teleomorph

### SEXUAL OR ASEXUAL STAGE

Asexual

Sexual

Both

### CELL DIVISION

Mitosis

Meiosis

Both mitosis and meiosis

### SPORE PRODUCTION

Only asexual spores

Both sexual and asexual spores

**StrephonSays.com**

## 8.1. La reproduction asexuée:

Se fait sans fusion de gamètes (un mode de reproduction commun à presque tous les champignons. Cette forme de reproduction asexuée est appelée la sporulation.

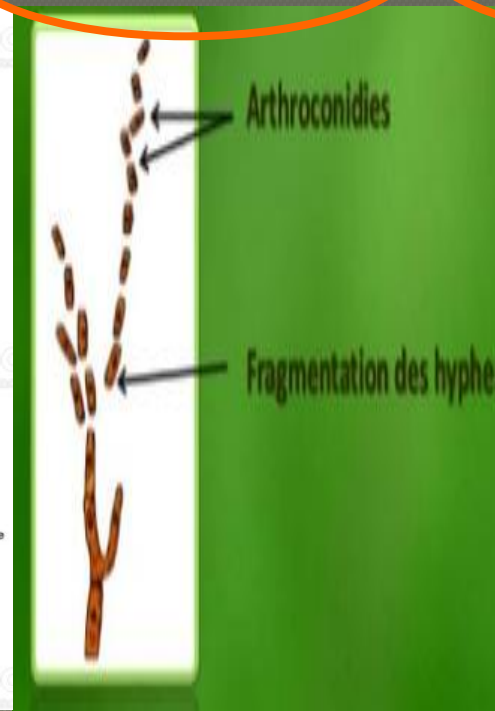
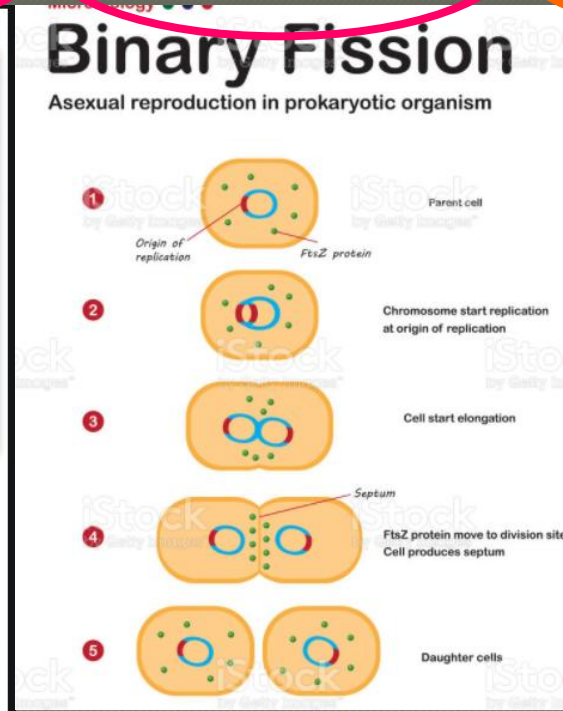
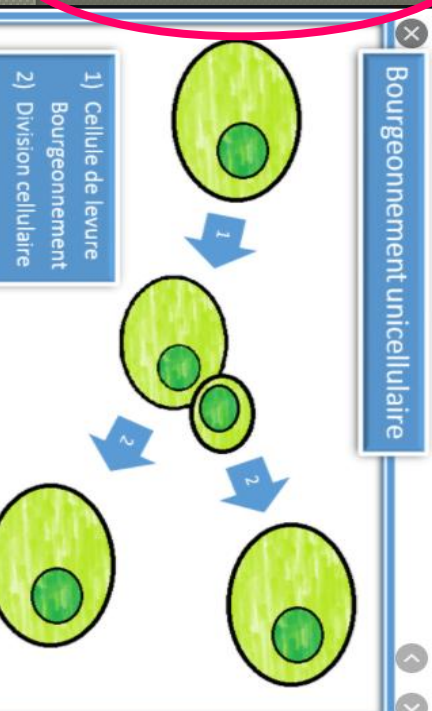
Peut se faire de différentes façons

Bourgeoisement

Fission binaire

Fragmentation

Formation de spores

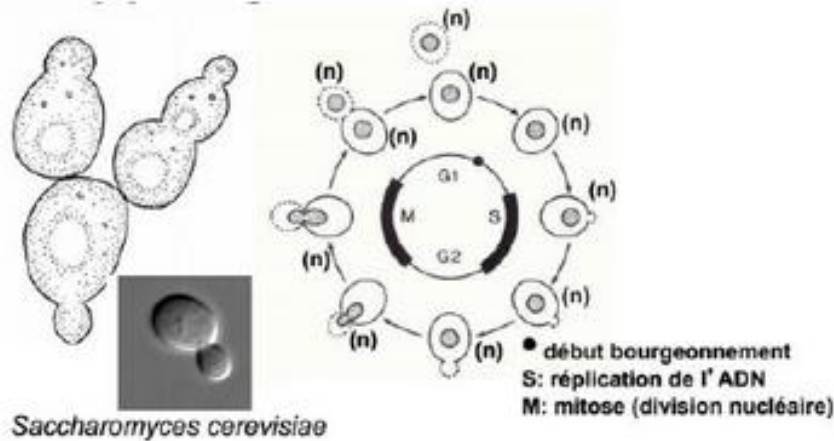


Asexués par mitose suivi d'une division cellulaire

### 8.1.1. Bourgeonnement (reproduction asexuée):

✓ les cellules végétatives bourgeonnent d'où ce phénomène appelé le bourgeonnement une division inégale du cytoplasme, résultant en une cellule parent et une cellule fille, celle-ci étant plus petite que la cellule parent. et peuvent subir simultanément une mitose. Ce phénomène fréquent chez les levures.

#### Bourgeonnement :



### 8.1.2. Fission binaire (reproduction asexuée):

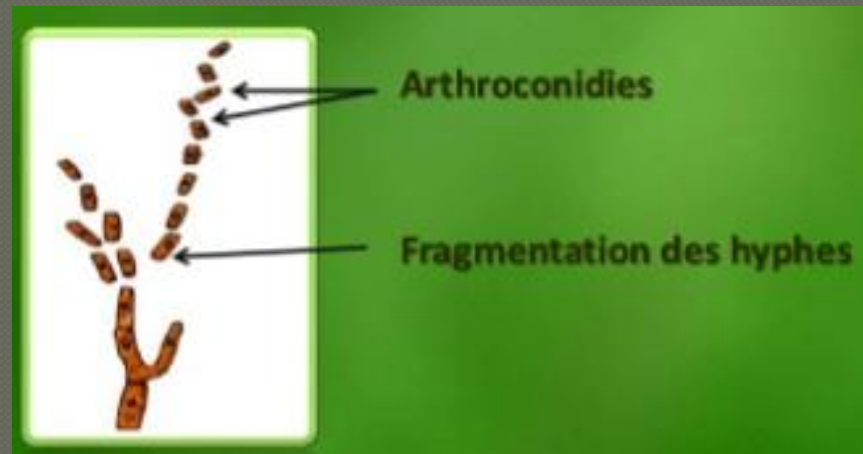
✓ une cellule parentale se divise en deux cellules filles par constriction centrale et formation d'une nouvelle paroi cellulaire c'est la **fission binaire** qui aboutit à deux cellules identiques et qui suivent la mitose.

### 8.1.3. Formation de spores asexués (reproduction asexuée):

✓ le mode le plus commun de reproduction asexuée est la production de spores. Les spores asexuées sont produites chez un champignon par une mitose suivie d'une division cellulaire. Il existe plusieurs types de spores asexuées. Chacun portant un nom :

#### 8.1.3.1. Arthroconidies ou Arthrospores (reproduction asexuée):

Un hyphe se fragmente (par clivage de la paroi cellulaire ou du septum) pour former des cellules qui se comportent comme des spores. Elles sont appelées arthroconidies ou arthrospores.



### 8.1.3.2. Chlamydozspores (reproduction asexuée):

\* Si les cellules sont enveloppées d'une paroi épaisse avant séparation, elles sont appelées Chlamydozspores



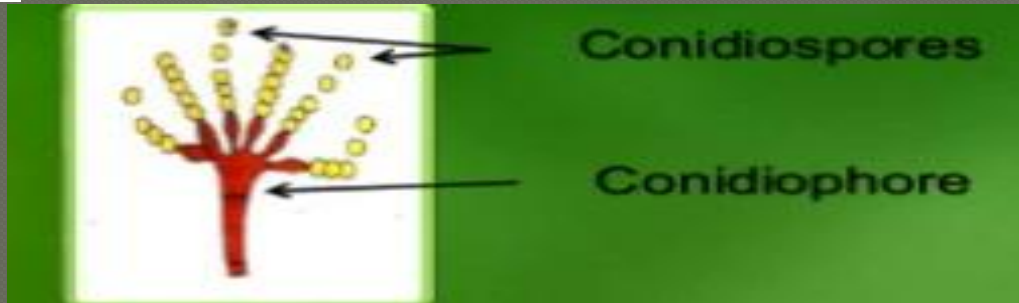
### 8.1.3.3. Sporangiospores (reproduction asexuée):

\* Si les spores se forment dans un sac à l'extrémité de l'hyphe (sporange), elles sont appelées sporangiospores



### 8.1.3.4. Conidiospores (reproduction asexuée):

\* Si les spores ne sont pas enfermées dans un sac mais sont produites sur les extrémités ou les cotés de l'hyphe, elles sont dénommées Conidiospores



### 8.1.3.5. Blastospores (reproduction asexuée):

\* Les spores produites par bourgeonnement d'une cellule mère végétative sont appelées Blastospores.





## Remarque:

**champignons parfaits** : champignons capables de reproduction sexuée (et asexuée)

**champignons imparfaits** : champignons dotés d'une reproduction asexuée et pour lesquels il n'existe pas (ou l'on ne connaît pas) de reproduction sexuée.

- Spores sexuées = produites en petit nombre, de grande taille avec réserves et souvent dormantes (=rôle dans la survie) = **Meiospores**
- Spores asexuées = produites en grand nombre, de petite taille sans réserve et sans dormance (=rôle dans la dispersion) = mitospores

## 8.1.4. Les types de spores

Les spores qui sont le produit de la reproduction asexuée peuvent être:

### Endogènes

- Les spores **endogènes** (endospores) sont produites à l'intérieur d'un sac fermé (sporange = sporocyste), porté par un filament spécialisé (sporangiophore). Ces spores, que l'on observe par exemple chez les Mucorales, sont libérées par le déchirement de la paroi de sporange à maturité.

### Exogènes

Les spores **exogènes** (conidies), retrouvées chez les Ascomycètes, Basidiomycètes et Deutéromycètes, sont formées par bourgeonnement à partir d'une cellule spécialisée (cellule conidiogène).

**Remarque :** L'examen des spores et de leur organisation est une étape importante de l'identification fongique

- **Endospores** : produites à l'intérieur du sporocyste

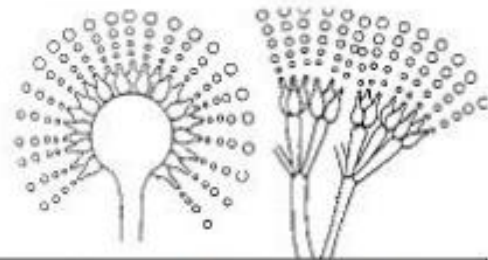


(ex : *Mucor*)



(ex : *Mucor*)

- **Exospores** : générées en continu à l'extrémité des filaments spécialisés



(ex : *Aspergillus* et *Penicillium*)



(ex : *Aspergillus*)

les endospores et les exospores

## 8.1.4. Les aspects des spores

D'après la forme et les modalités de septation, on distingue 7 groupes de spores

### **Amérospores**

: spores unicellulaires de petite taille (*Penicillium*, *Aspergillus*)

### **Didymospores :**

spores bicellulaires (*Trichothecium*).  
Didymos= double

### **Phragmospore**

s : spores pluricellulaires à cloisons transversales (*Curvularia*)

### **Dictyospores :**

spores pluricellulaires à cloisons transversales et longitudinales (*Alternaria*)

### **Scolécospores :**

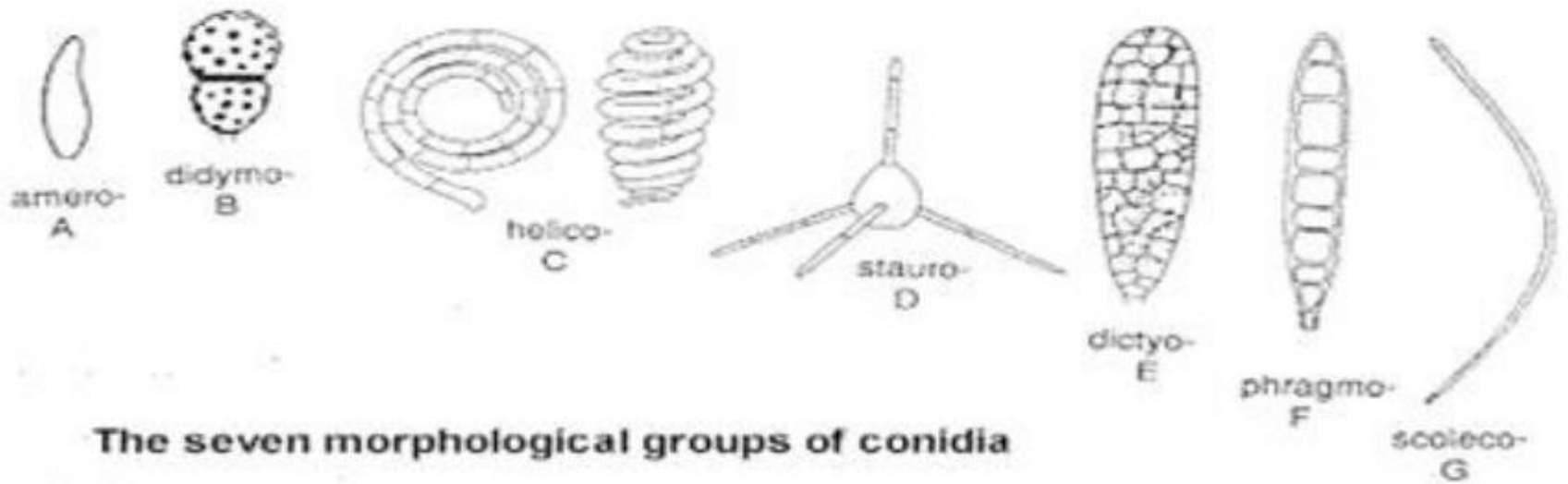
spores étroites, effilées, souvent incurvées et cloisonnées transversalement (*Fusarium*)

### **Hélicospore :**

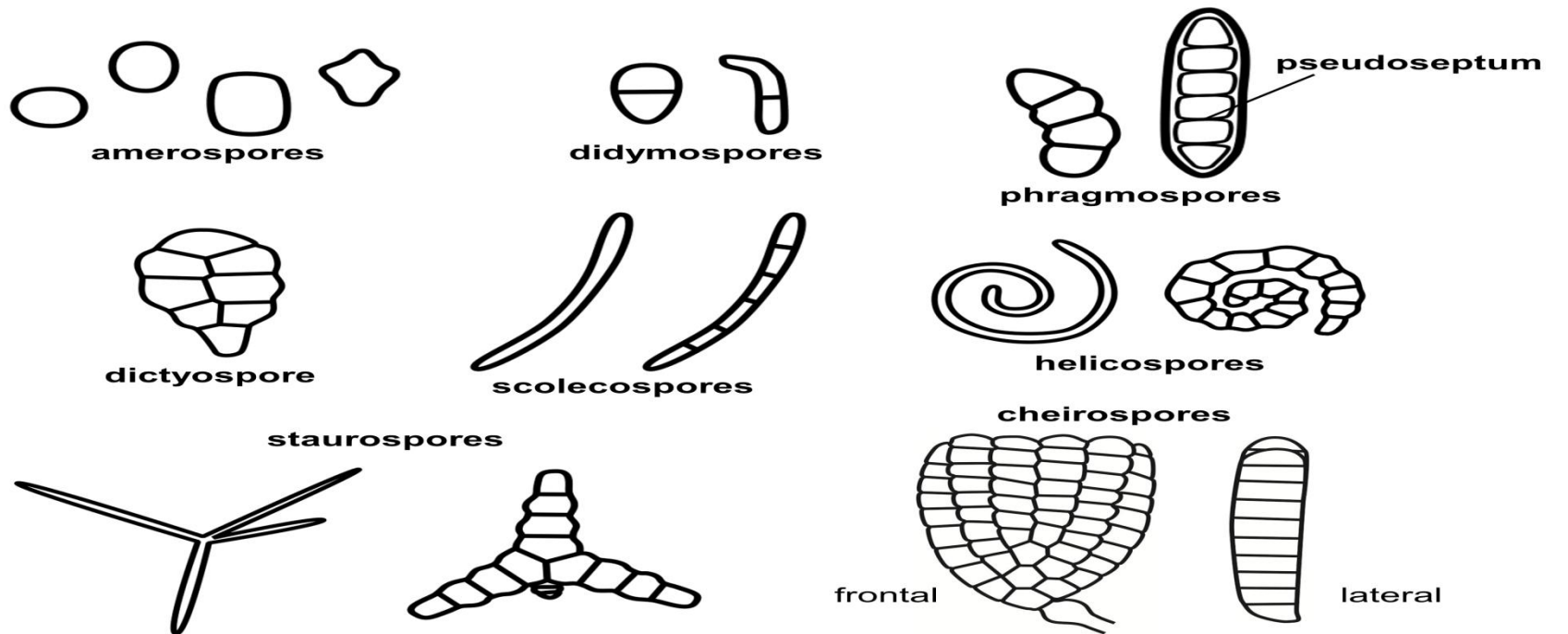
conidie incurvée (plus qu'un demi—cercle) ou enroulé en 2-3 dimension (*Illosporiosis*)

### **Staurospore :**

conidie avec plusieurs branches. )



The seven morphological groups of conidia



## 8.2. La reproduction sexuée:

❖ implique l'union de noyaux compatibles.

➤ Les espèces fongiques **homothalliques** sont **autofertilisantes = autogames** et produisent des gamètes sexuellement compatibles sur le même mycélien (gamètes mâles et femelles produites sur le même mycélium).

➤ Les espèces **hétérothalliques = hétérogames** requièrent un croisement entre des mycéliums différentes mais compatibles sexuellement .

Il a été soutenu pour longtemps que la reproduction sexuée devait se faire entre des mycéliums de types sexué opposé « **mating type ou MAT** ». Mais un cas de croisement de même sexe a été une épidémie par la levure *Cryptococcus gatti* au Canada

Selon les espèces, la fusion sexuée peut se faire entre des gamètes haploïdes, des corps producteurs de gamètes appelés gamétanges ou des hyphes. Parfois, le cytoplasme et les noyaux haploïdes fusionnent immédiatement pour former le zygote diploïde.

2n

## 8.2.1. Les étapes de la reproduction sexuée

La reproduction sexuée est basée sur la succession de 3 événements ou de 3 étapes

### a• La plasmogamie ou cytogamie

qui réunit dans un même thalle deux noyaux compatibles (à noter que deux thalles fusionnent, non pas parce qu'ils sont de sexe différent, mais parce qu'ils sont dotés d'une compatibilité génétique : on désigne les thalles

b• La caryogamie correspond à la conjugaison de noyaux haploïdes pour donner un noyau diploïde

c• La méiose qui sera suivi d'une mitose est une division réductrice ou méiose, qui conduit à des noyaux à nouveau haploïdes.

**Remarque: avant de fusionner, les noyaux vont cohabiter durant une phase (dicaryophase) plus ou moins longue (le couple de noyaux compatibles prend le nom de dicaryon)**

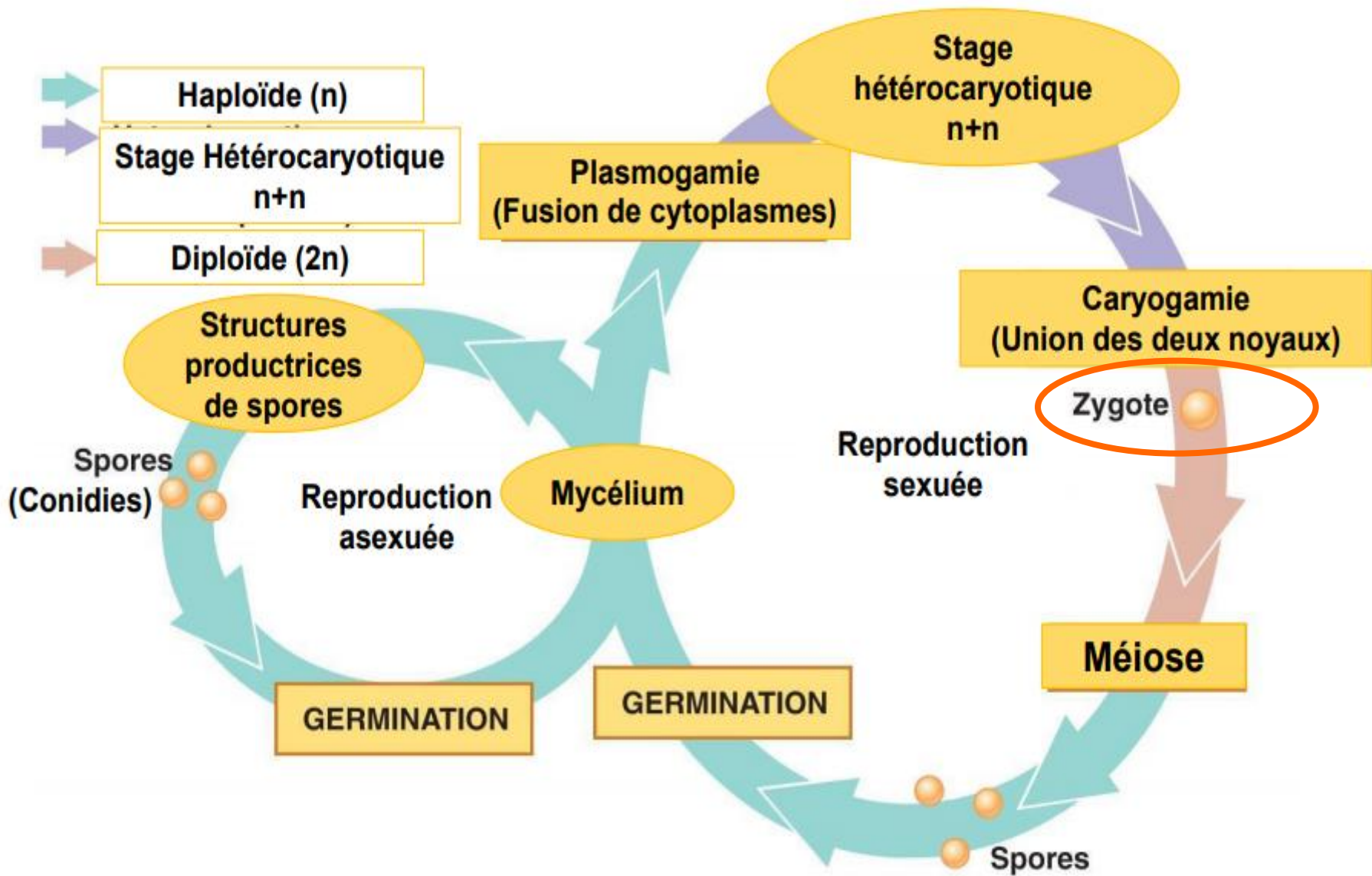


Schéma général représentant les étapes de la reproduction sexuée et celles de la reproduction asexuée chez les champignons



### 8.2.3. Les différents types de fécondation chez les moisissures

#### **Isogamie:**

Reproduction sexuée par union de deux gamètes de morphologie semblable. e sorte qu'ils ne peuvent pas être classés comme mâles ou femelles, mais comme gamète + et gamète – (impossible d'attribuer un sexe)

#### **Anisogamie :**

forme de fécondation dans laquelle les gamètes mâle et femelle sont de taille et de morphologie différentes. Son antonyme est l'isogamie (fusion cellulaire à lieu entre cellules différenciées). Dans ce cas, , les champignons sont hermaphrodites, c'est à-dire que chaque thalle produit des organes mâles et femelles

**Gamétocystes:** organes différenciés et spécialisés, donnent naissance aux spores sexuées (méiospores: c'est à dire la division qui intervient durant l'élaboration des gamètes), gamétocyste mâle/femelle



**Anthéridie  
(organe mâle)**

**Oogone (organe femelle ;  
appelé ascogone chez les  
Ascomycètes)**

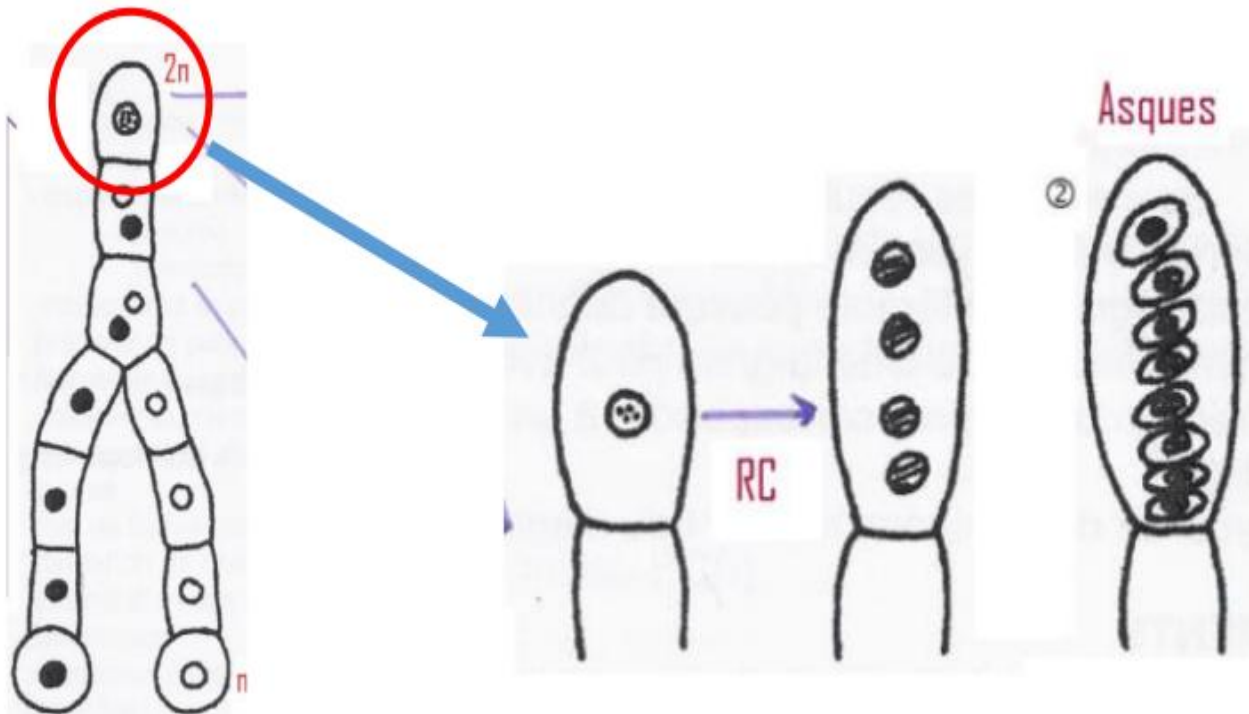
**REMARQUE:**

**\*Chez les Chytridiomycètes, qui sont les champignons les plus "primitifs", la fécondation se fait par des gamètes libres et mobiles.**

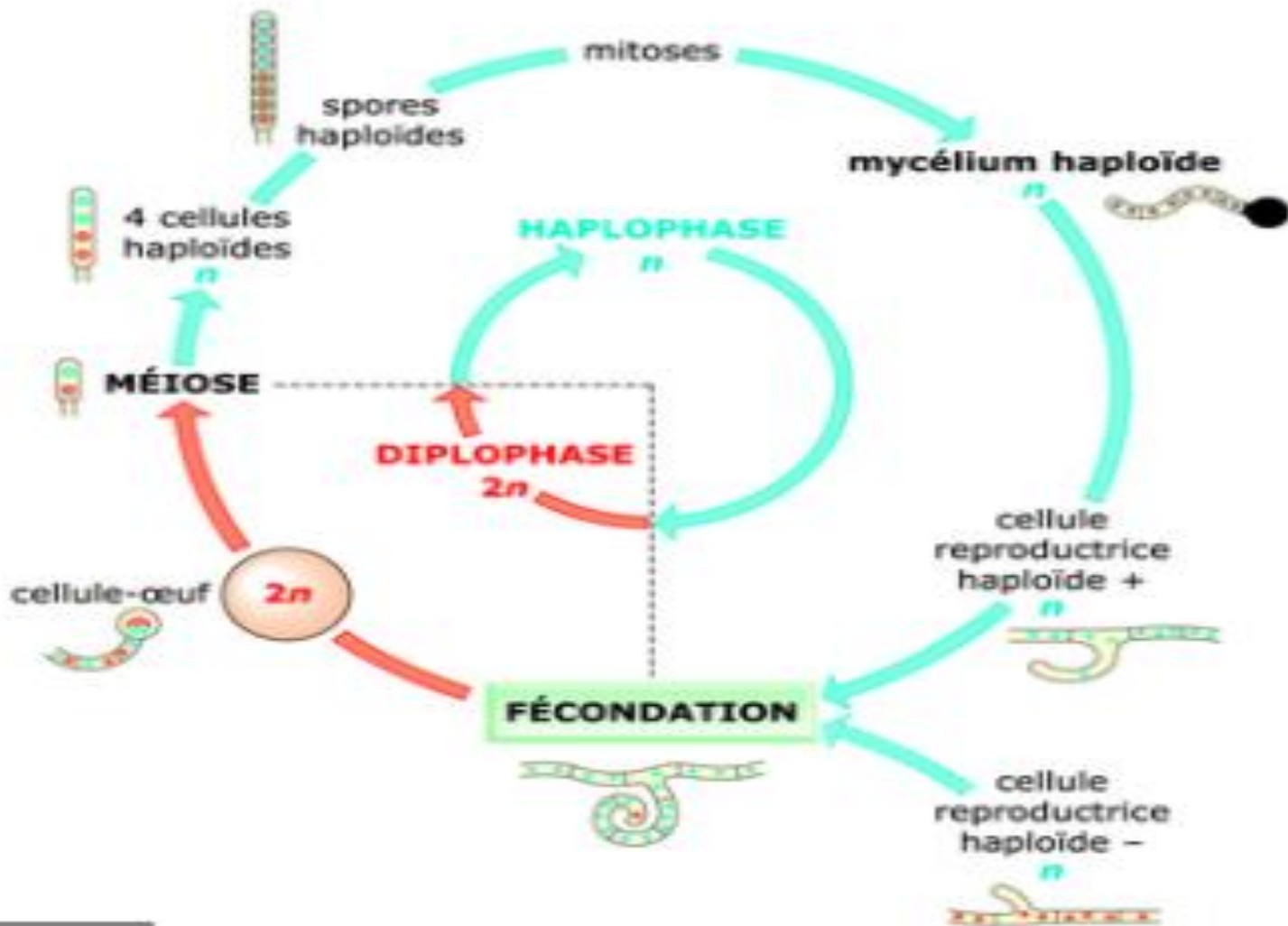
**\*Chez tous les autres champignons, les gamétocystes ne produisent plus de gamètes, mais fusionnent directement**

## 8.2.4. Les différents types de spores sexuées chez les moisissures (stade zygote $\rightarrow$ spores méiotiques )

**Asque:** est une cellule reproductrice, caractérisée des ascomycètes, sorte de sac dans lequel se forment quatre à huit spores haploïdes (ascospores, endospores)



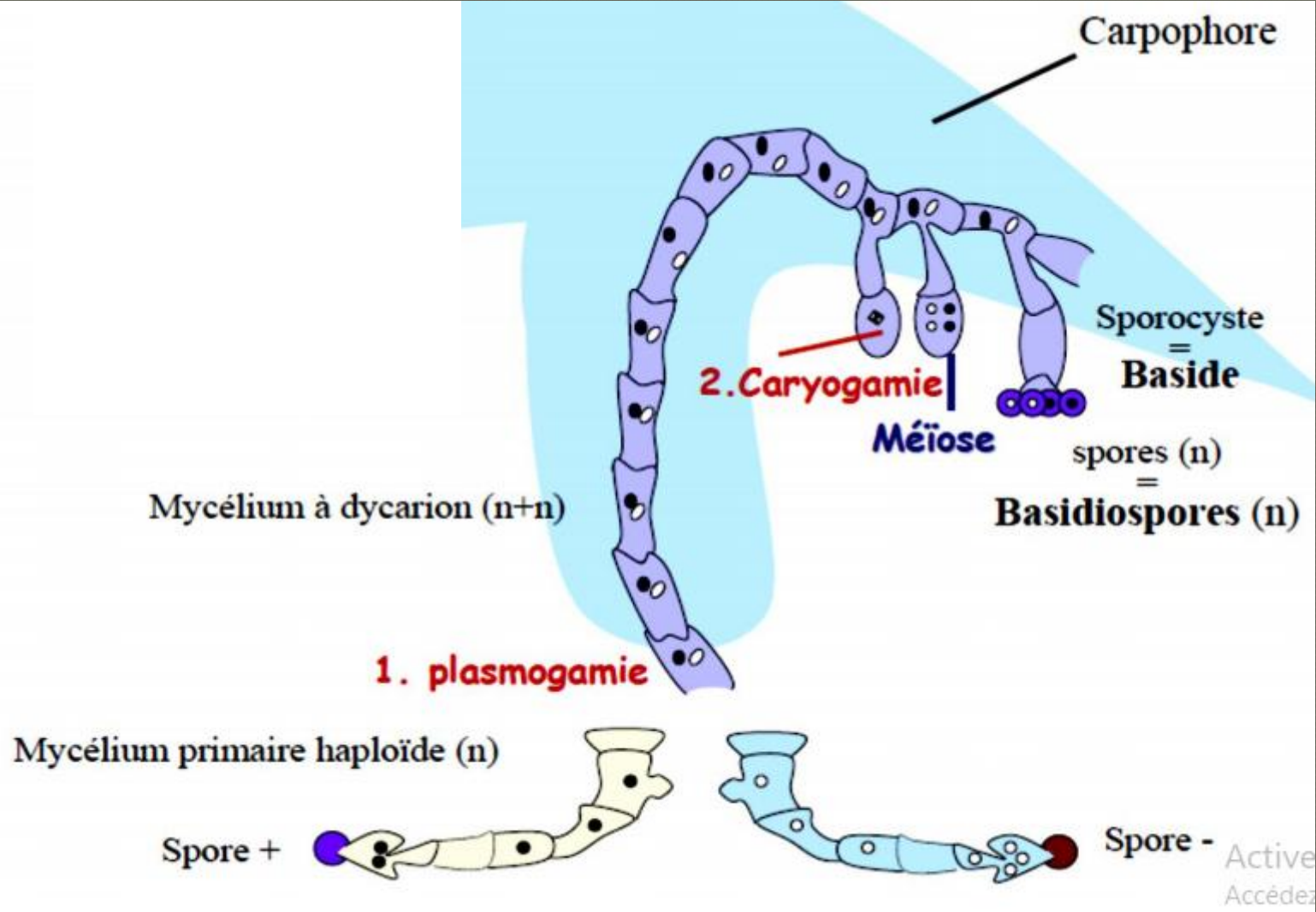
# Cycle de reproduction d'un champignon haploïde ex : *Sordaria* (champignon ascomycète)



**Baside:** est une cellule reproductrice spécialisée, qui caractérise les basidiomycètes. Cette dernière est terminée par un nombre variable de pointes, portant chacune une spore nommée basidiospore.

**Basidiospore:** spores sexuées formées par bourgeonnement à l'apex des cellules allongées (exospores). Ce type de reproduction sexuée est caractéristique aux Basidiomycètes

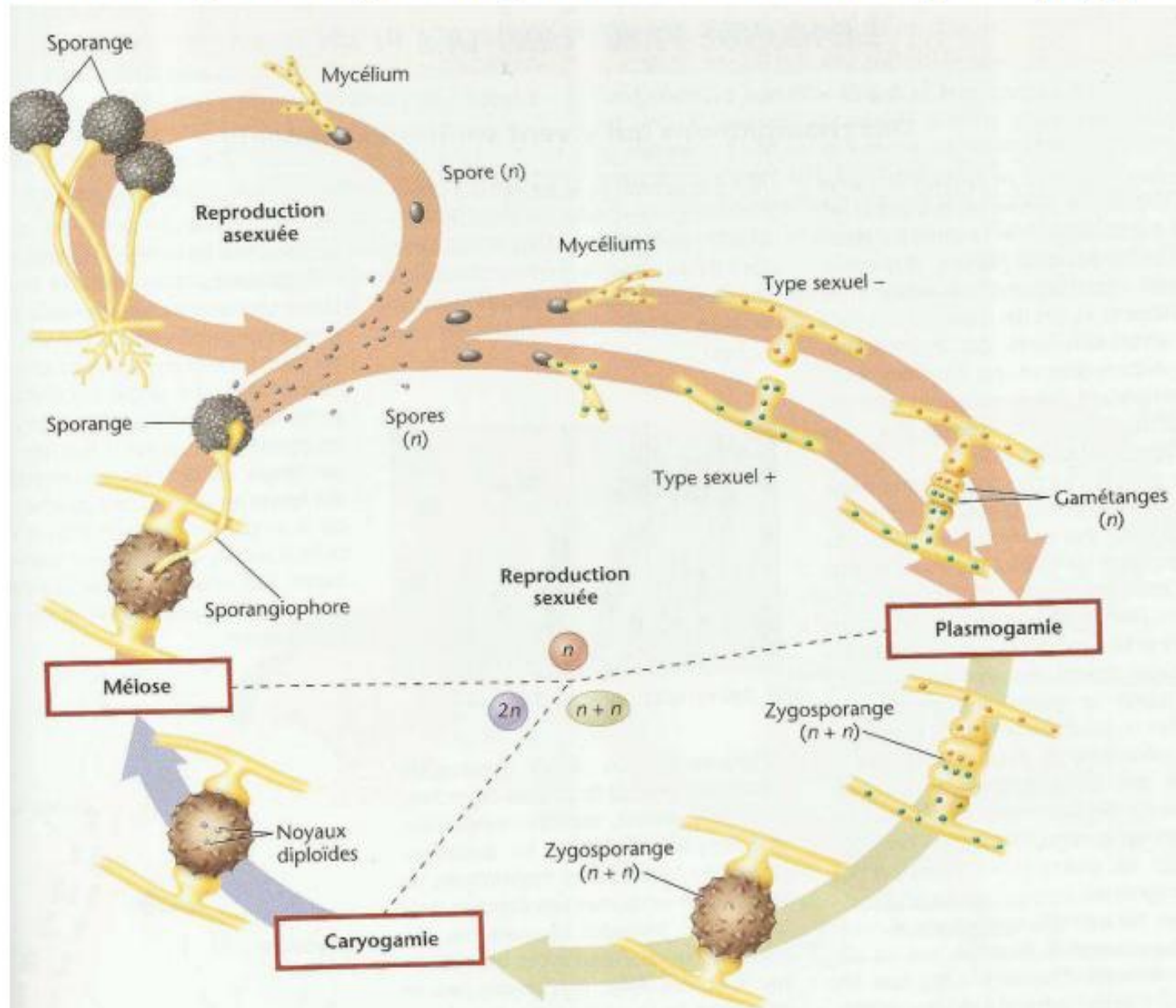




**Cycle digénétique chez un Basidiomycète**

**Zygospores:** Spores sexuées formées par la fusion de deux cellules (hyphes) semblables appelées gamétanges. Les 2 filaments peuvent être issus du même thalle (homothallique) ou de 2 thalles différents (hétérothallique). Ce type de spore est caractéristique des champignons de la division Zygomycota.

# • cycle monogénétique haploïde Ex : *Rhizopus* (Zygomycète)





## 8.3. Comparaison entre spores asexuées et spores sexuées

### Caractéristiques des spores sexuées et des spores asexuées:

<u>Dispersion</u> Spores d'origine asexuée	<u>Survie (durable)</u> <i>Guarantim</i> Spores d'origine sexuée	Dans des conditions défavorables
<ul style="list-style-type: none"><li>- formes des spores très variables</li><li>- produites en très grand nombre</li><li>- petite taille</li><li>- sans substance de réserve</li><li>- sans dormance</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- nombre limité de formes</li><li>- produites en petit nombre</li><li>- grande taille</li><li>- avec substance de réserve</li><li>- dormance</li></ul>	

## 9. Classification des moisissures

La classification des champignons est d'abord basée sur un mode de **reproduction sexuée** ou phase **téléomorphe**.

. Ce critère définit quatre des cinq groupes principaux :  
**les chytridiomycètes,**

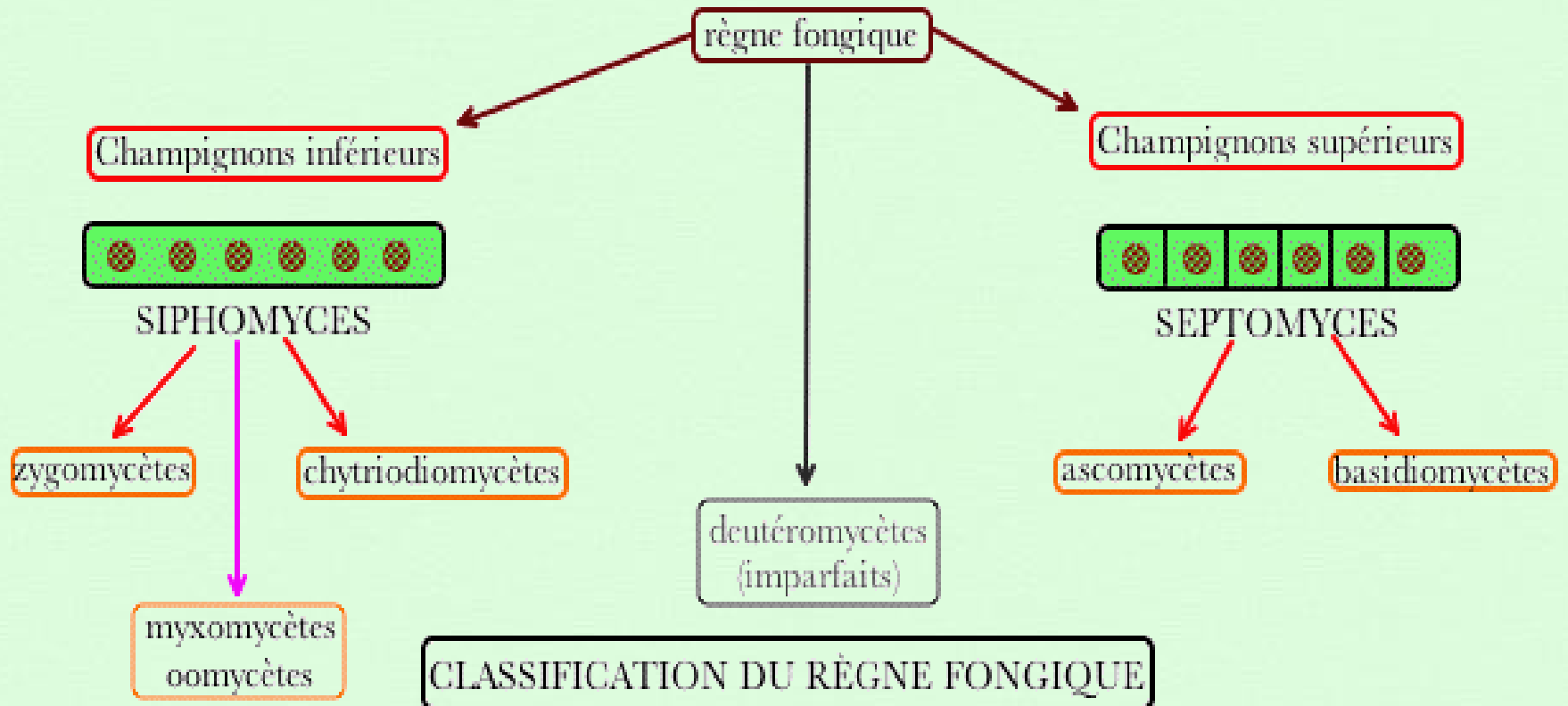
**les zygomycètes,**

**les basidiomycètes**

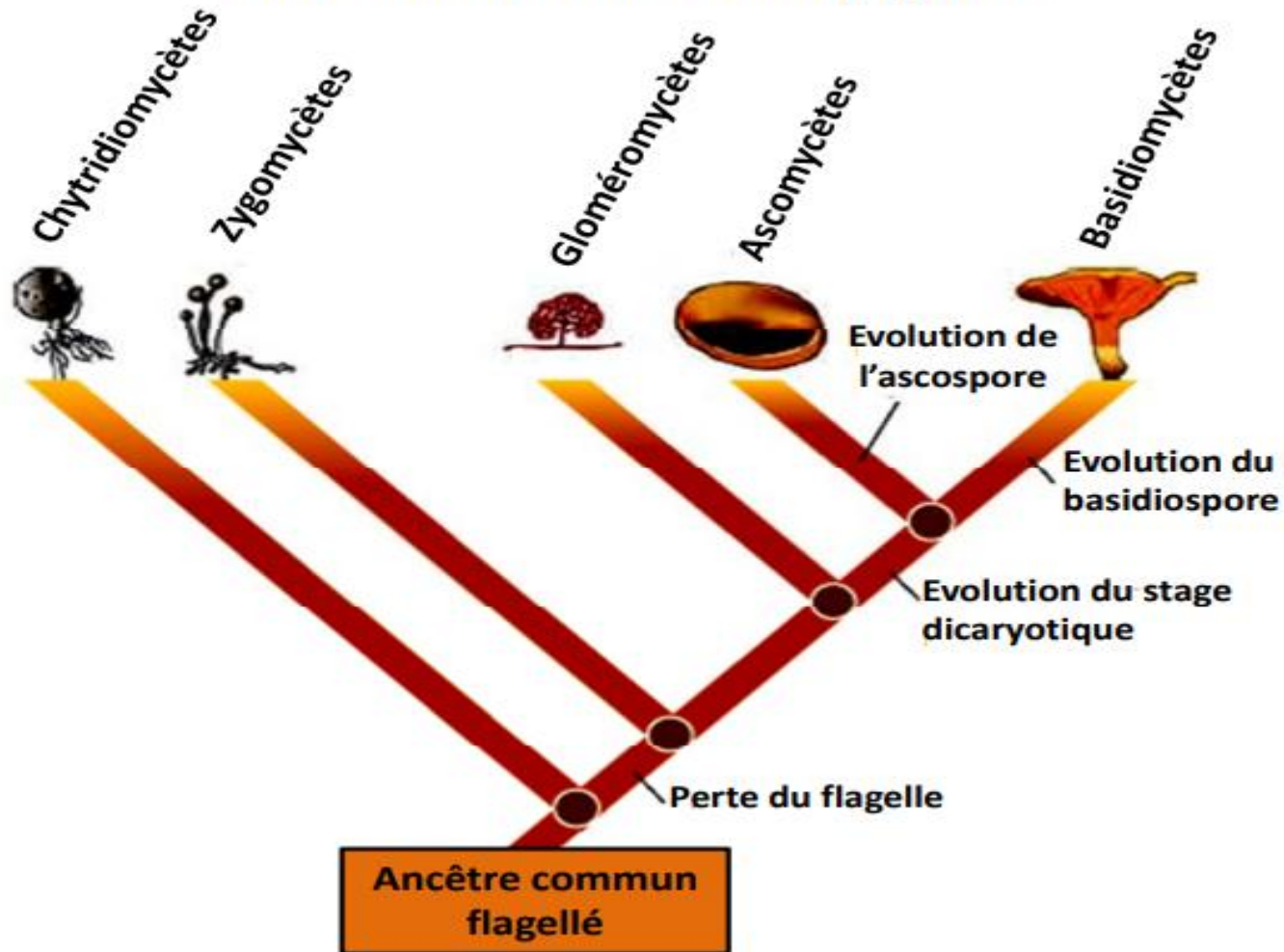
**et les ascomycètes.**

Le cinquième groupe est appelé les **Deutéromycètes** ou **Fungi imperfecti**. Ces organismes sont alors classés d'après le mode de production des spores asexuées ou conidies.

# 9. Classification des moisissures



# Classification des champignons



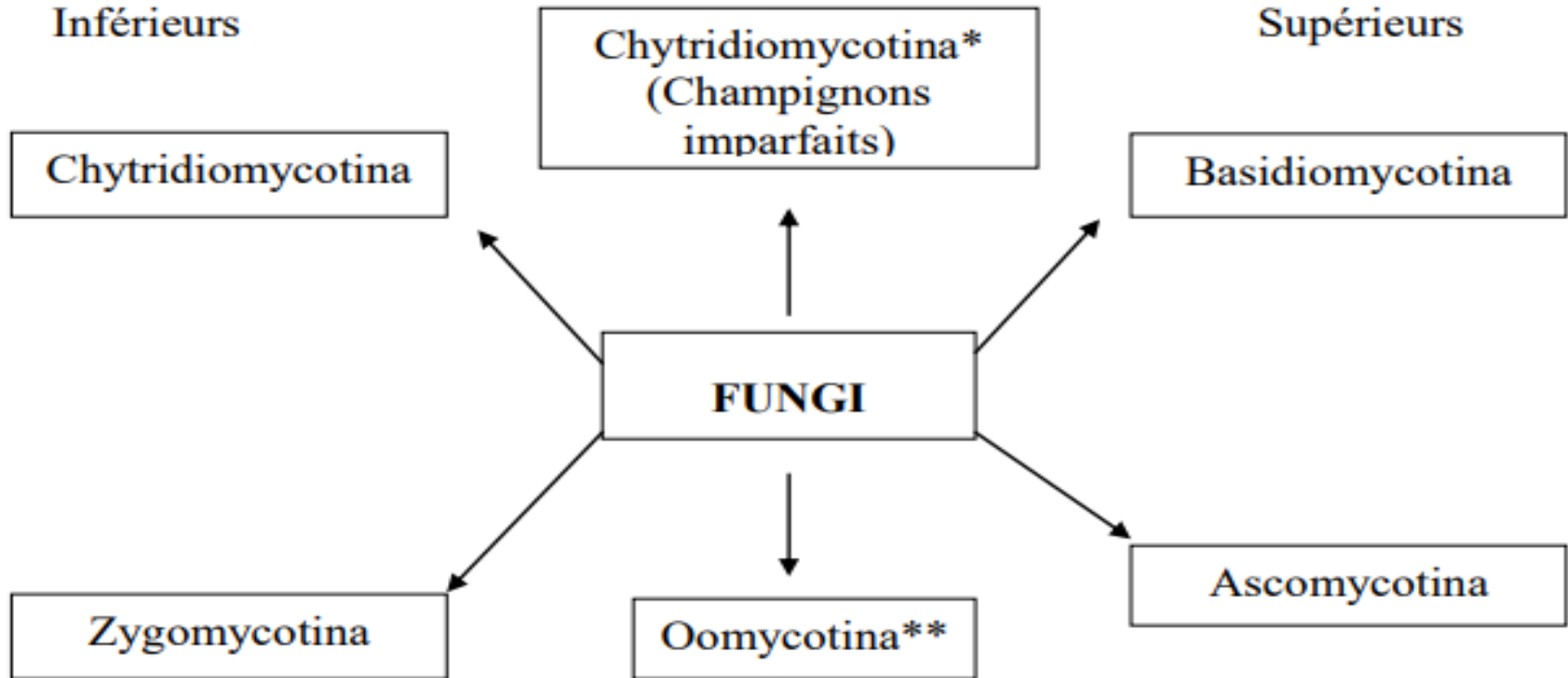
Evolution des champignons: arbre des différents groupes

Champignons

Champignons

Inférieurs

Supérieurs



\*= champignons connus seulement par leur stade asexué, en attente de **classification**

\*\* = actuellement les espèces issues de cette division ne sont plus classées parmi les vrais champignons

**Les principaux radicaux de la systématique par ordre d'importance décroissante sont les suivants :**

**Taxon**

**Terminaison**

**Division ou Embranchement**

**MYCOTA**

**Sub-division ou Sous-embranchement**

**MYCOTINA**

**Classe**

**MYCETES**

**Sous-classe**

**MYCETIDEAE**

**Ordre**

**ALES**

**Sous-ordre**

**INEAE**

**Famille**

**ACEAE**

**Sous-famille**

**OIDEAE**

# 9. Caractéristiques des différentes embranchements de moisissures

<b>Sous Embranchement</b>	<b>Nature d'hyphes</b>	<b>Reproduction sexuée</b>	<b>Reproduction asexuée</b>	<b>Particularité/ exemple</b>
<b>Chytridiomycotina (790 espèces)</b>	coenocytique	Fusion d'un gamète haploïde avec un œuf immobile.	zoospores haploïdes, mobile par un flagelle	*aquatiques; *champignons primitifs, *Ancêtres de tous les autres champignons. *aussi bien parasites que saprophytes (zoonoses chez les amphibiens)
<b>Zygomycotina (1060 espèces)</b>	coenocytique	Zygospores	Spore non mobile	Mucorales : Mucor, Rhizopus, Absidia
<b>Ascomycotina (Plus de 48000 espèces)</b>	cloisonné,			<i>Saccharomyces</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Neurospora</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>A. nidulans</i> En pathologie humaine et/ou animale, ils sont également incriminés.



<b>Embranchement</b>	<b>Nature d'hyphe</b>	<b>Reproduction sexuée</b>	<b>Reproduction asexuée</b>	<b>Particularité/ exemple</b>
<b>Basidiomycotina</b> (environ 30.000 espèces)	cloisonné	Basidiospores	Bourgeonnement Conidies Fragmentation	*nombreux champignons macroscopiques : <i>Agaricus bisporus</i> , <i>Coprinus</i> , <i>Amanites...</i>
<b>Deutéromycotina</b> (environ 15.000 espèces)	Septé	Absente (ou inconnue)	organes conidiens spores asexuées ou par simple fragmentation du mycélium	un problème contrariant pour les taxinomistes. <i>Candida</i> , <i>Cryptococcus</i> , <i>Rhodothorula</i> , <i>Brettanomyces</i> ; <i>Geotrichum</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> . responsables d'un grand nombre de maladies des végétaux et humaines

Embranchement	Nature d'hyphes	Reproduction sexuée	Reproduction asexuée	Particularité/exemple
<b>Glomeromycotina</b>		Absente ou inconnue	Grosse spore enkystée	*Séparé des zygomycètes que en 2001 *mycorhiziens obligatoires. *vivant en symbiose avec les racines d'un grand nombre de plantes

**REMARQUE :** En attendant que la plupart des Deutéromycètes puissent trouver leur équivalent parmi les trois phylums précédents, le maintien de cette division s'avère actuellement aussi nécessaire que complémentaire.

# Deuteromycotina

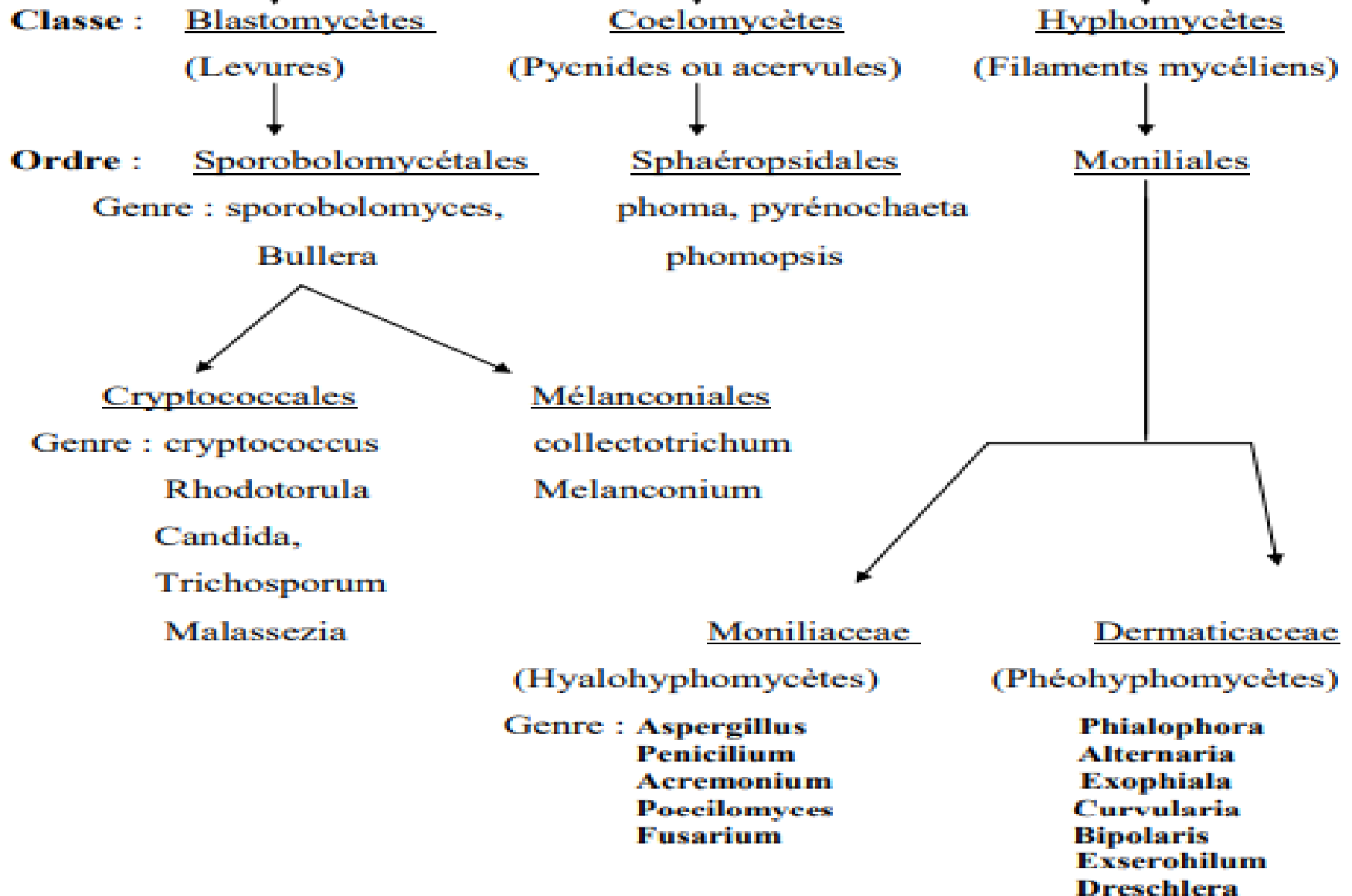


Figure 1: Présentation générale des Deuteromycotina [2]