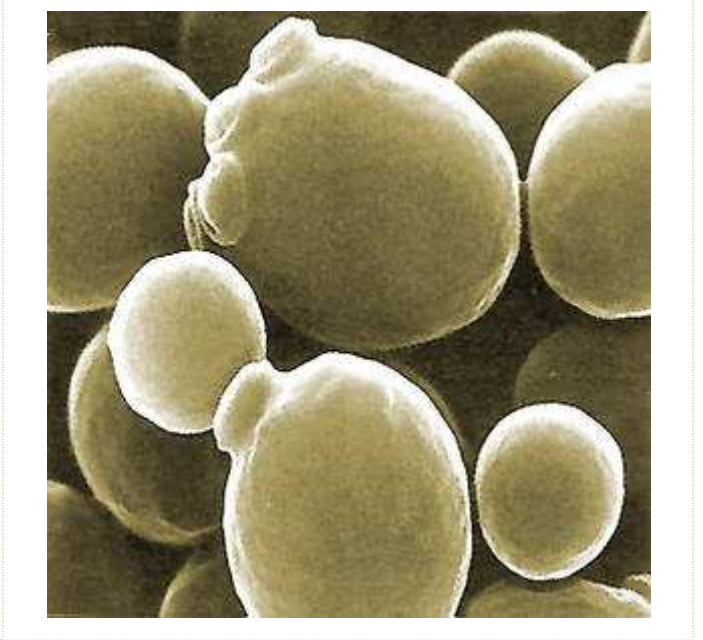
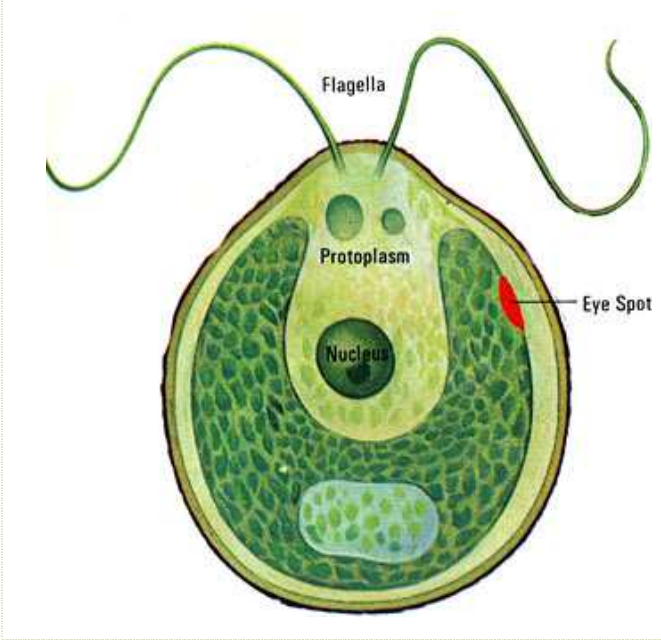


La reproduction sexuée chez les végétaux sans fleurs


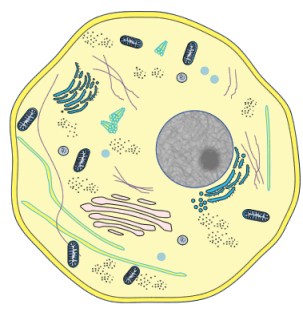
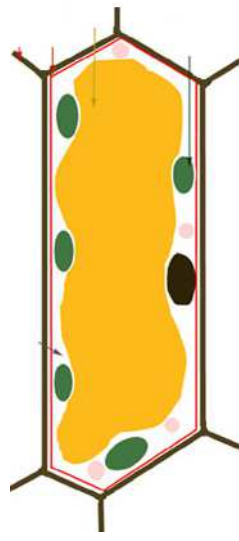


UNITÉ I :

MITOSE ; MÉIOSE ; FÉCONDATION ; REPRODUCTION SEXUÉE

A : EUCARYOTES ; PROCARYOTES ; VIRUS.

Le domaine des **Eucaryotes** (du grec *eu*, bien et *karuon*, noyau) regroupe tous les organismes unicellulaires ou pluricellulaires qui se caractérisent par la présence d'un noyau et d'un cytoplasme qui contient plusieurs organites cellulaires, notamment les mitochondries. Le domaine des **Eucaryotes** s'oppose aux domaines des procaryotes ; et rassemble essentiellement les organismes animaux et végétaux.


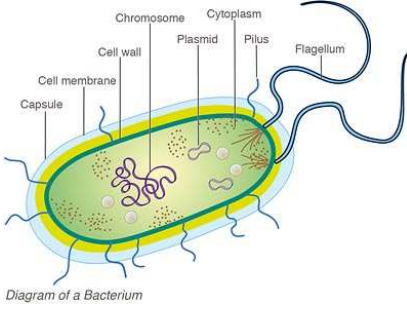
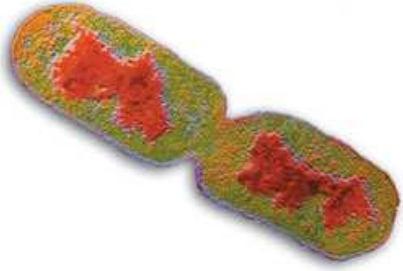
		
Organismes eucaryotes	Cellule animale	Cellule végétale
	Cellules eucaryotes	

Le noyau des cellules eucaryotes renferme les chromosomes dont le nombre est spécifique à chaque espèce. Ils sont le support de l'information génétique.

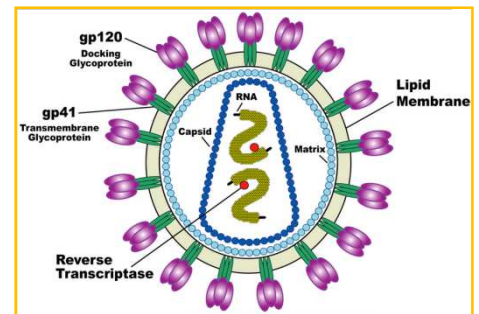
L'information génétique chez les eucaryotes se transmet de génération en génération à travers trois phénomènes cellulaires : **la mitose, la méiose et la fécondation**.

Le domaine des **procaryotes** regroupe essentiellement les bactéries. Ce sont des microorganismes unicellulaires. Ils se caractérisent par l'absence d'un noyau distinct. Le chromosome généralement unique baigne directement dans le cytoplasme. La transmission de l'information génétique se fait par des processus autre que **la mitose, la**

méiose et la fécondation. Néanmoins la multiplication cellulaire se fait par le biais d'une division spéciale.

	 <p>Diagram of a Bacterium</p>	
<p>Bactéries vues au microscope électronique (La taille varie de 1 à 10 μm)</p>	<p>Schéma d'une bactérie</p>	<p>Bactérie en division</p>

Un **virus** est une entité biologique nécessitant un hôte, souvent une cellule, qu'il utilise comme milieu de multiplication. Un virus n'est pas une cellule ; il est formé généralement d'une capsule protéique refermant du matériel génétique (ADN ou ARN). Le schéma ci-contre représente le virus du SIDA.



B : MITOSE

- **CELLULE HAPLOÏDE ; CELLULE DIPLOÏDE.**

Une cellule eucaryote est **haploïde** lorsque les chromosomes qu'elle contient sont chacun en un seul exemplaire (n chromosomes). Le concept est généralement l'opposé de **diploïde**, terme désignant les cellules avec des chromosomes en double exemplaire ($2n$ chromosomes).

Un organisme est dit haploïde lorsque ses cellules sont elles-mêmes haploïdes. (de même pour diploïde). Dans l'organisme humain, par exemple, les cellules sont diploïdes ($2n=46$) ; à l'exception des gamètes qui sont haploïdes ($n=23$).

(Du grec «haploos», simple et «eidos», en forme de)

- **LA MITOSE ET LE CYCLE CELLULAIRE.**

Le **cycle cellulaire** chez les eucaryotes est constitué de deux phases : la mitose et l'interphase.

La mitose est un processus de division cellulaire. Il permet la multiplication des cellules dans le cadre de la croissance des organes et des individus ; du renouvellement cellulaire et de la reproduction asexuée. L'interphase est la période qui sépare deux mitoses successives. Durant l'interphase la cellule duplique son matériel génétique. Ce matériel génétique est reparti d'une façon équitable au niveau des cellules filles lors de la mitose. Ainsi à travers la succession des cycles cellulaires le programme génétique des cellules est conservé.

- **LES PHASES DU CYCLE CELLULAIRE. (VOIR SCHEMAS)**

L'interphase est subdivisée en trois parties : G1 ; S ; G2. La mitose comporte quatre phases : Prophase ; Métaphase ; Anaphase ; Télophase. La mitose conserve la ploïdie.

C : REPRODUCTION SEXUEE ; CYCLE DE DEVELOPPEMENT.

Le **cycle de vie** (ou *cycle de développement*), est la période de temps pendant laquelle se déroule la vie complète d'un organisme par reproduction, notamment par reproduction sexuée. Les cycles de vie sont caractérisés par une **alternance de phases**. Une phase durant laquelle les cellules sont diploïdes, et une phase durant laquelle les cellules sont haploïdes. Le passage de la phase diploïde à la phase haploïde se fait par la **méiose** ; une sorte de division cellulaire durant laquelle les cellules mères sont diploïdes, les cellules filles sont haploïdes. Le retour à la diploïdie se fait par la fécondation. La **fécondation** est le stade de la reproduction sexuée consistant en une fusion des gamètes mâle et femelle en une cellule unique nommée zygote.

Ainsi la reproduction sexuée se caractérise par deux phénomènes cellulaires importants : **la méiose et la fécondation.**

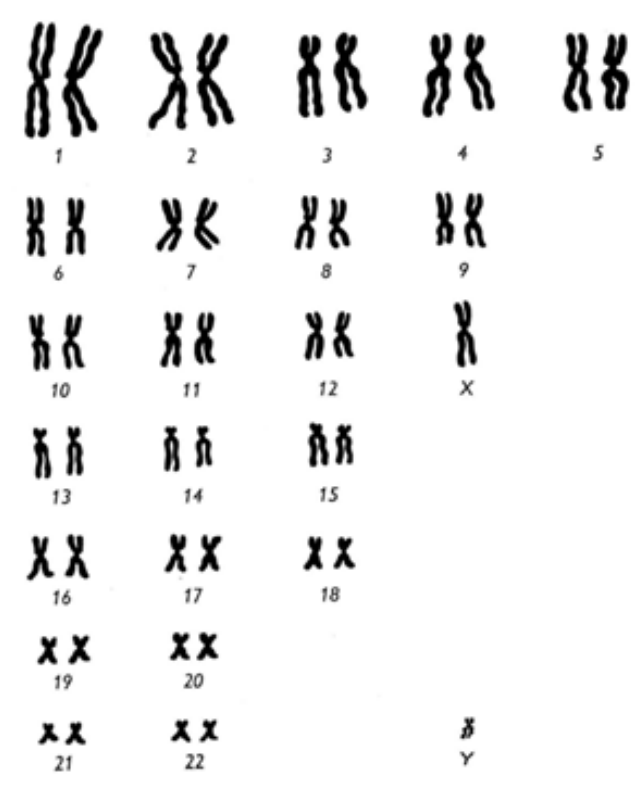
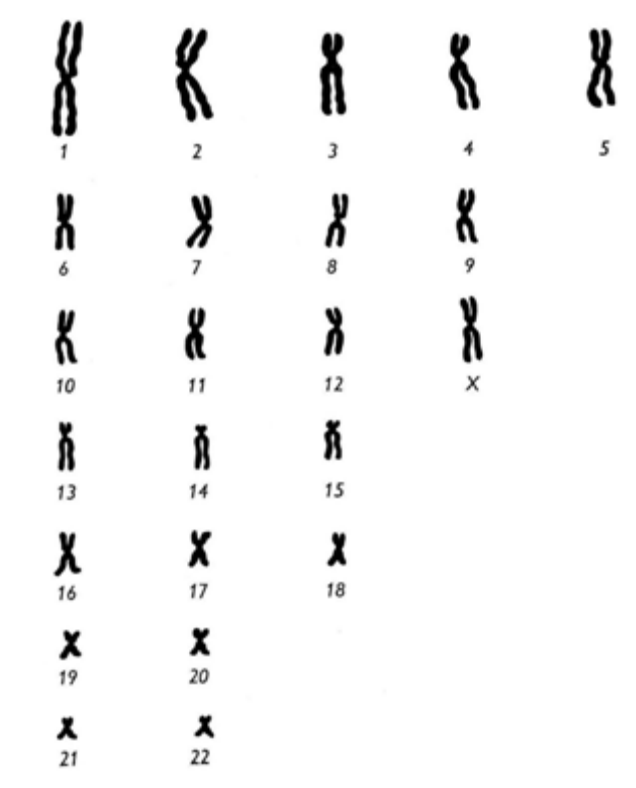
D : MEIOSE.

La méiose se déroule en plusieurs étapes formant un ensemble de deux divisions cellulaires, successives et inséparables. La première division méiotique est dite réductionnelle car elle permet de passer de $2n$ chromosomes dédoublés à n chromosomes dédoublés. La seconde est dite équationnelle car elle conserve le nombre de chromosomes : on passe de n chromosomes dédoublés à n chromosomes simples.

La méiose permet ainsi la formation de 4 cellules filles haploïdes à partir d'une cellule mère diploïde. (Voir les schémas des phases de la méiose).

E : FECONDATION.

La fécondation consiste en la fusion de deux cellules sexuelles, un gamète mâle et un gamète femelle. Cette fusion aboutit à la formation d'une cellule diploïde dite zygote ou cellule œuf. (Voir les schémas).

 <p>Diagramme d'un caryotype humain diploïde montrant 22 paires de chromosomes autosomes numérotés de 1 à 22, une paire de chromosomes sexuels X et une paire de chromosomes sexuels Y.</p>	 <p>Diagramme d'un caryotype humain haploïde montrant 22 chromosomes autosomes numérotés de 1 à 22, un chromosome sexuel X et un chromosome sexuel Y.</p>
Caryotype d'une cellule humaine diploïde	Caryotype d'une cellule humaine haploïde

UNITÉ I :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ UNE ALGUE BRUNE : LE FUCUS

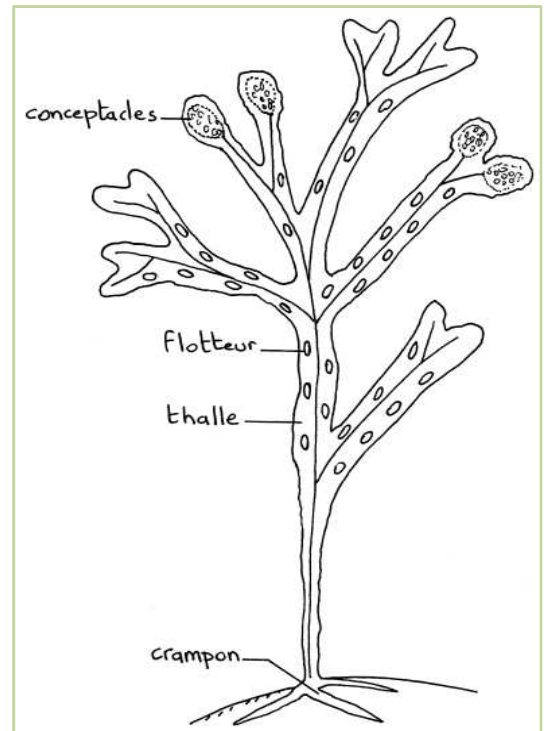
Description générale :

Le fucus vésiculeux est une algue brune marine. Elle vit sur les côtes rocheuses. Son appareil végétatif est un thalle.

Le **thalle** a une organisation simple car il ne comporte ni tige ni feuille ni racine.

Chez les plantes supérieures comme les plantes à fleurs, l'appareil végétatif est constitué de racine, de tige et de feuilles : c'est un **corpus**.

Le fucus présente des sacs remplis de gaz dits flotteur. Ils assurent une certaine flottabilité bien que le thalle reste ancré au substrat grâce à des crampon. La flottabilité assure une meilleure exposition aux rayons du soleil.



Le fucus est une espèce dioïque car les pieds mâle et femelle sont séparés.

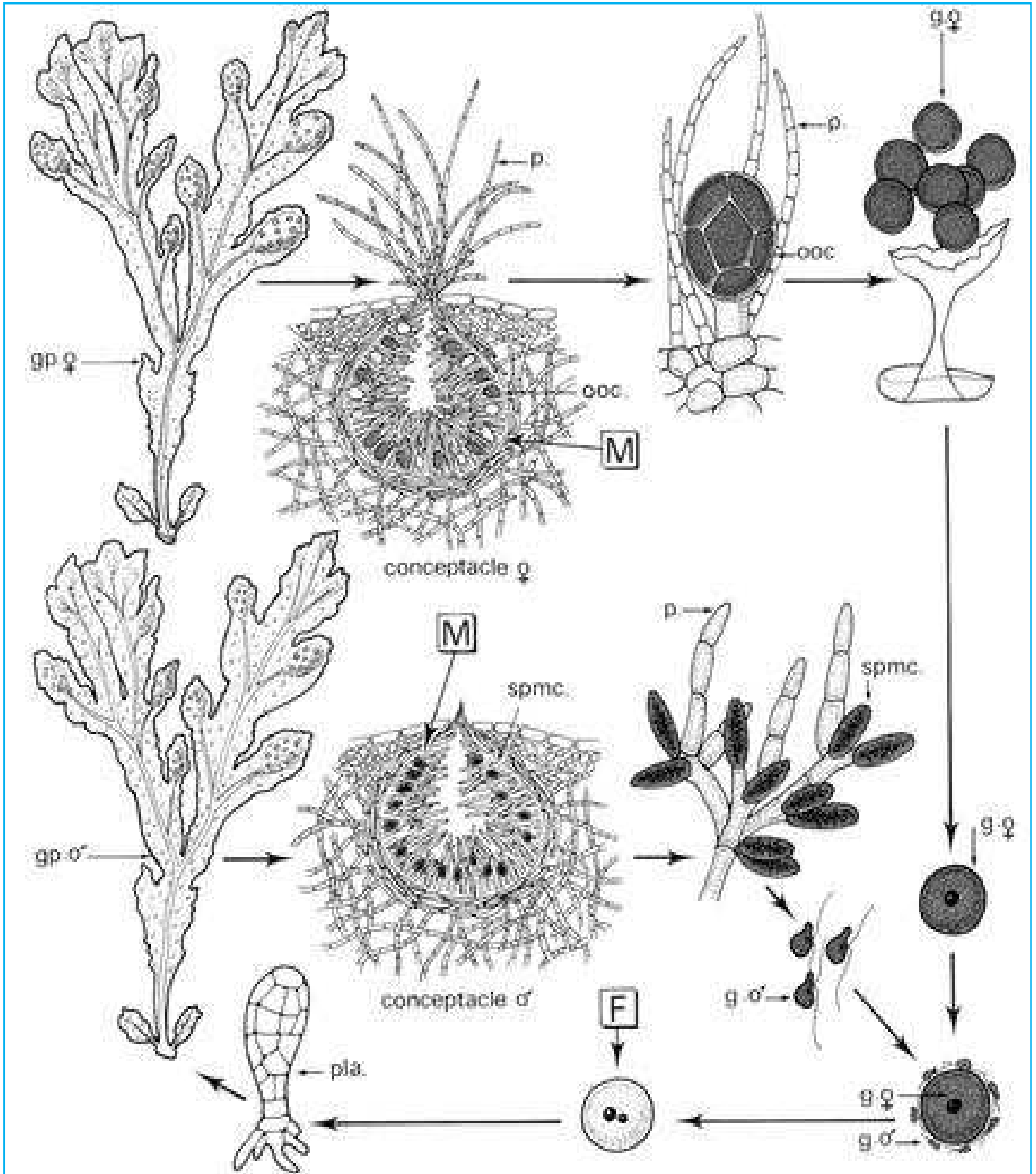
Lors de la maturité sexuelle (Avril), on observe des renflements à l'extrémité de l'appareil végétatif ; ils sont de couleur brune verdâtre chez la femelle, orange chez le mâle. Une coupe au niveau de ces renflements montre des cavités appelées conceptacles. Chaque conceptacle est ouvert sur l'eau de mer par un pore dit ostiole.

Le conceptacle ♂ renferme des sacs qui produisent les gamètes mâles. Le conceptacle ♀ renferme des sacs qui produisent les gamètes femelles.

Formation des gamètes :

Au niveau du jeune gamétocyste femelle, une cellule mère diploïde ($2n=64$) subit la méiose et donne 4 cellules haploïdes ($n=32$). Ces 4 cellules subissent une mitose pour donner 8 cellules qui vont se transformer en 8 oosphères c'est-à-dire 8 gamètes femelles qui sont libérés à travers l'ostiole du conceptacle dans l'eau de mer.

Au niveau du jeune gamétocyste mâle, une cellule mère diploïde ($2n=64$) subit la méiose et donne 4 cellules haploïdes ($n=32$). Ces 4 cellules subissent 4 mitoses pour donner 64 cellules qui vont se transformer en 64 gamètes mâles qui sont libérés à travers l'ostiole du conceptacle dans l'eau de mer.



Fécondation et formation d'un nouveau pied.

La fécondation s'effectue dans l'eau de mer. C'est une fécondation externe. Elle aboutit à la formation d'une cellule œuf ($2n$) qui se développe par mitose pour donner un nouveau fucus ♀ ou ♂.

UNITÉ II :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ UNE ALGUE VERTE : LA SPIROGYRE

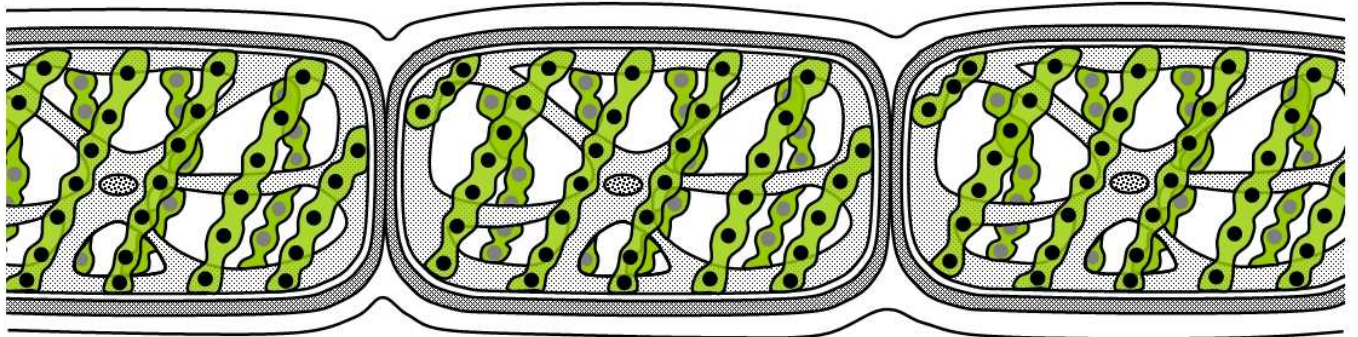
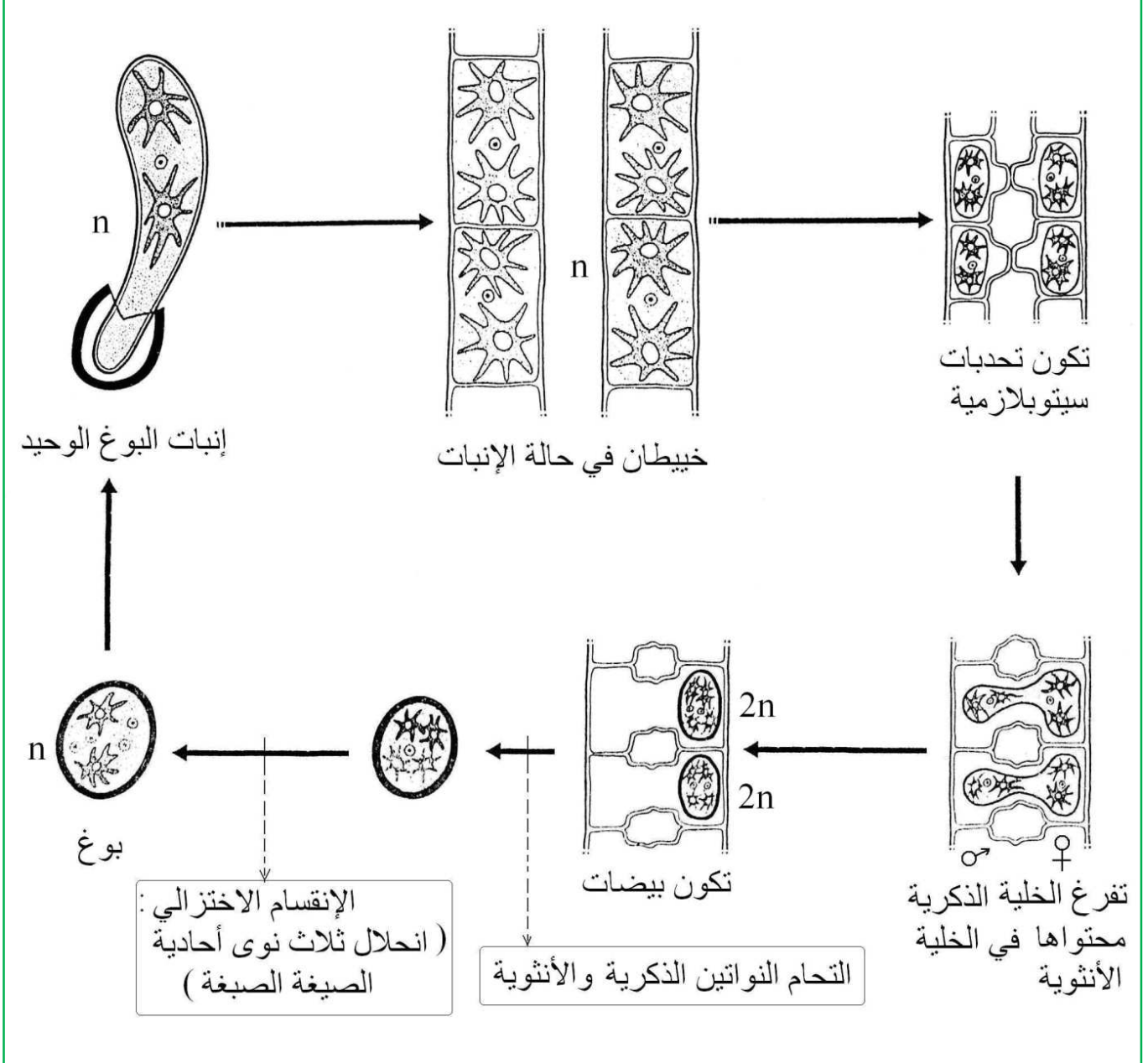
Les spirogyres est un genre d'algues vertes, filamenteuses. Les algues de ce genre (300 espèces environ) vivent toutes en eau douce ou saumâtre et ont une texture visqueuse. Ces algues apprécient les eaux claires et fraîches au printemps (qui peuvent devenir plus chaudes en été). Elles colonisent le milieu aquatique de manière libre (non-fixée).

La présence massive de cette espèce (comme celle d'autres filamenteuses) est considérée comme bioindicatrice de pollution organique et/ou minérale.

Les spirogyres sont des filaments multicellulaires haploïdes(n). Certains filaments, dans un ensemble de filaments parallèles, jouent le rôle de femelle et d'autres celui de mâle. Des cellules contiguës de filaments adjacents développent des extensions tubulaires qui croissent l'une vers l'autre et fusionnent finalement pour former un tube continu entre les deux cellules. Dans le même temps, le contenu de chaque cellule a formé une sphère. La sphère du filament mâle (équivalentes du gamète mâle), fusionnent avec une sphère d'une cellule femelle dans l'autre filament. Le résultat de cette **fécondation** est une cellule œuf ou zygote diploïde (2n) dans le filament femelle. Ce zygote particulier est entouré d'une paroi solide et constitue une forme de résistance à de mauvaises conditions du milieu.

Toutes ces cellules peuvent être l'objet de **dissémination** et germent lorsqu'elles retrouvent des conditions favorables à leur développement. Dans ce cas, le zygote de *Spirogyre* subit une méiose spéciale et donne une cellule à 4 noyaux haploïdes ; dont 3 dégèrent. Le noyau restant forme une cellule haploïde dite spore. La germination de la spore donne par mitoses successives, un nouveau filament haploïde.

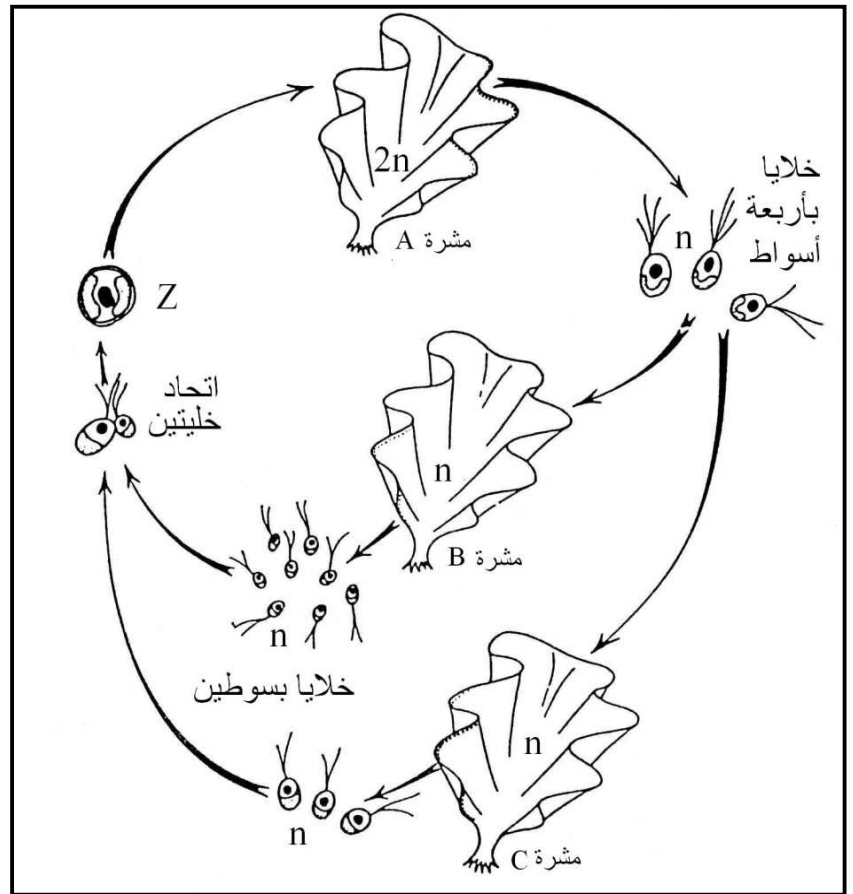
Le cycle biologique des spirogyres est très simple : En ce qui concerne l'alternance cytologique de phases (haploïde et diploïde), la méiose intervient juste après la fécondation (après un éventuel temps de latence plus ou moins long). L'haplophase est ici beaucoup plus importante que la diplophase qui est réduite au zygote. Il s'agit donc d'un **cycle haplophasique** ; ce qui signifie que toutes les cellules, sauf le zygote, sont haploïdes.



UNITÉ III :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ UNE ALGUE VERTE : LA LAITUE DE MER

Ulva lactuca, la Laitue de mer, est une espèce d'algue verte marine vivant sur les côtes. Elle est formée d'un thalle mince et aplati, souvent lobé, ne comportant que deux couches de cellules possédant chacune un seul chloroplaste (organe contenant de



la chlorophylle). Cette lame souple peut varier du vert foncé au vert clair et peut atteindre un mètre de longueur dans des eaux riches en matières organiques (la taille est cependant très variable, généralement entre 20 et 60 cm). L'algue adhère au substrat grâce à un petit disque de fixation, surmonté d'un stipe très court. La laitue de mer se présente sous forme de trois thalles semblables sur le plan morphologique. Le thalle mâle est haploïde et produit les gamètes ; il s'appelle gamétophyte mâle. Le thalle femelle est aussi haploïde et produit les gamètes femelles ; il est dit gamétophyte femelle. Le troisième thalle est diploïde il est dit sporophyte car il produit des cellules haploïdes dites spores.

Reproduction et cycle de vie.

Lors de la maturation sexuelle, on observe sur les bords du gamétophyte ♂ une coloration jaune. Sur les bords du gamétophyte ♀ apparaît une coloration foncée. Les gamétocystes ♂ et ♀ se forment au niveau de ces zones.

Au niveau du jeune gamétocyste, une cellule mère subit plusieurs mitoses qui aboutissent à la libération des gamètes dans l'eau de mer.

Les gamètes mâles sont moins volumineux et plus nombreux que les gamètes femelles.

La fécondation est une planogamie (Les gamètes ♂ et ♀ sont biflagellés).

Après la fécondation le zygote se fixe sur le substrat et donne un nouveau sporophyte à travers une succession de mitoses (le sporophyte est pluricellulaire $2n$).

Lors de la maturité sexuelle, des cellules du bord du sporophyte se spécialisent et deviennent des sporocystes.

Au niveau du jeune sporocyste, une cellule mère $2n$ subit une **méiose** et donne quatre cellules haploïdes (n), qui subissent un certain nombre de **mitoses** qui aboutissent à la libération de cellules haploïdes tétraflagellées. Ce sont les spores.

Les spores se déplacent dans l'eau de mer. Après un certain temps elles perdent leurs flagelles et germent pour donner de nouveaux gamétophytes ♂ et ♀ par une succession de mitoses.

Le gamétophyte est un organisme pluricellulaire haploïde.

Ainsi le cycle est digénétique haplodiplophasique isomorphe

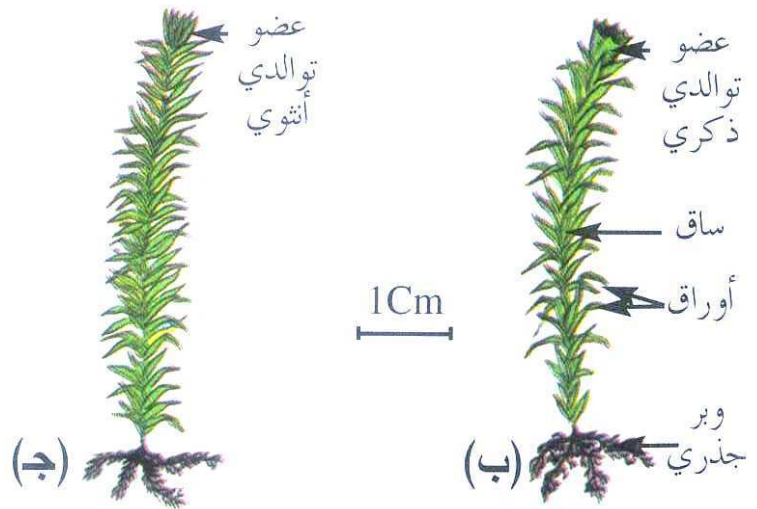
UNITÉ V :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ UNE MOUSSE : LE POLYTRIC

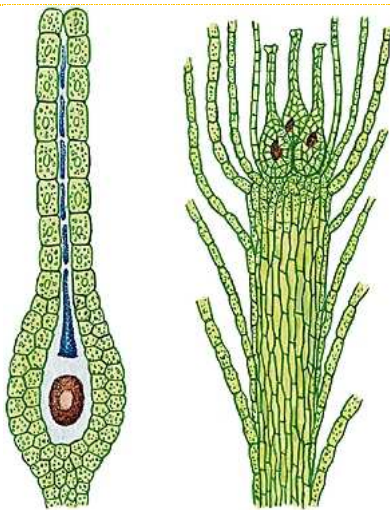
Appareil végétatif

Le Polytric (*Polytrichum formosum*) est une espèce de bryophyte (mousse). Elle pousse généralement en colonie dense en milieu humide formant un tapis continu vert.

L'appareil végétatif est formé de rhizome et de tige portant des feuilles. C'est un gamétophyte (n). L'espèce est dioïque ; ainsi les individus mâle et femelle sont distincts.

**Appareil reproducteur, cycle.**

Lors de la maturité sexuelle, les gamétophytes mâle et femelle portent respectivement les organes reproducteurs mâles femelles.

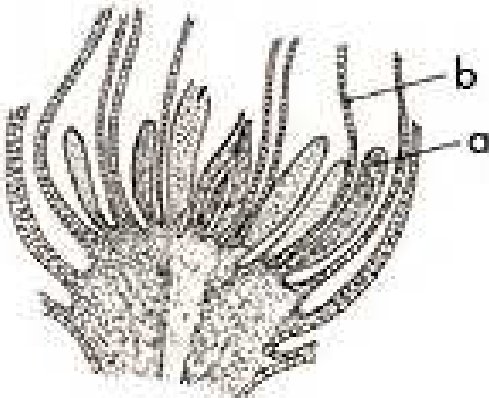


L'organe reproducteur mâle comporte plusieurs anthéridies qui, à maturité, libèrent les gamètes mâles biflagellés (Anthérozoïdes).

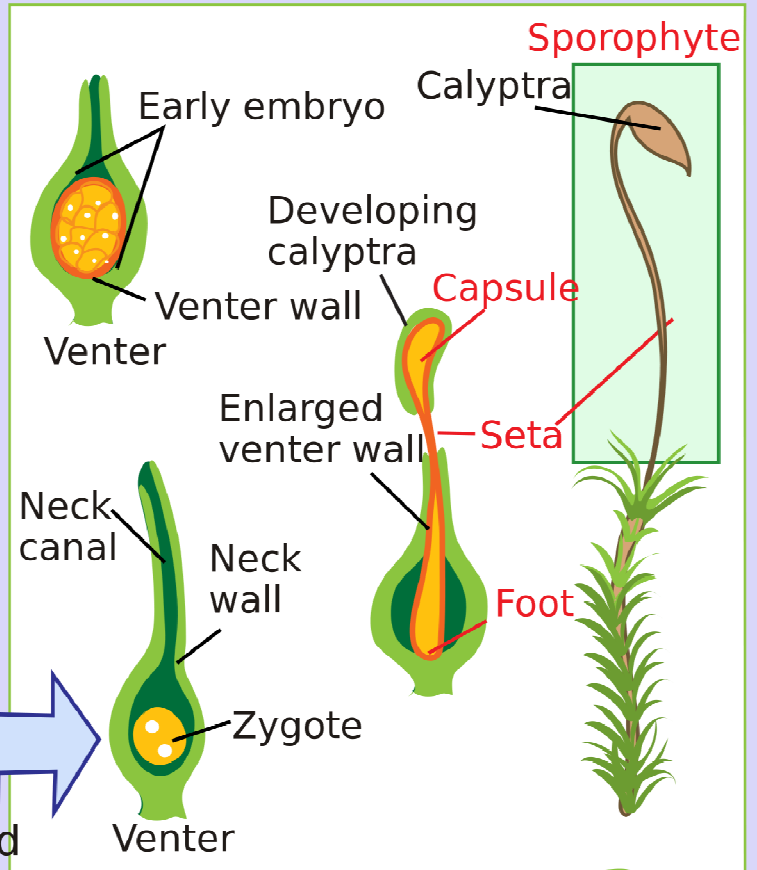
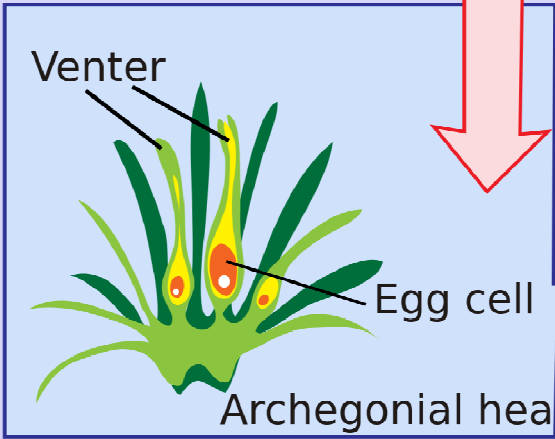
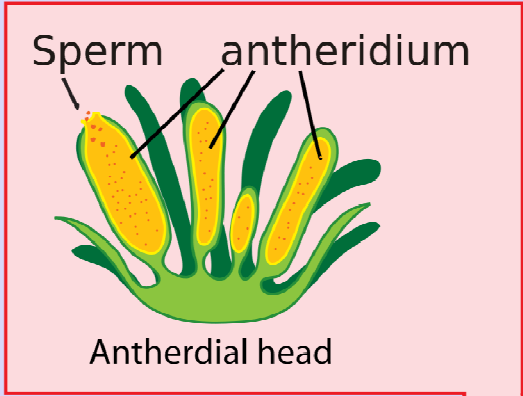
L'organe reproducteur femelle est constitué de plusieurs archégonies dont chacun porte un gamète femelle (oosphère).

L'anthéridie provient d'une cellule mère (n) qui subit plusieurs mitoses qui aboutissent à une anthéridie mature qui libère des gamètes mâles biflagellés.

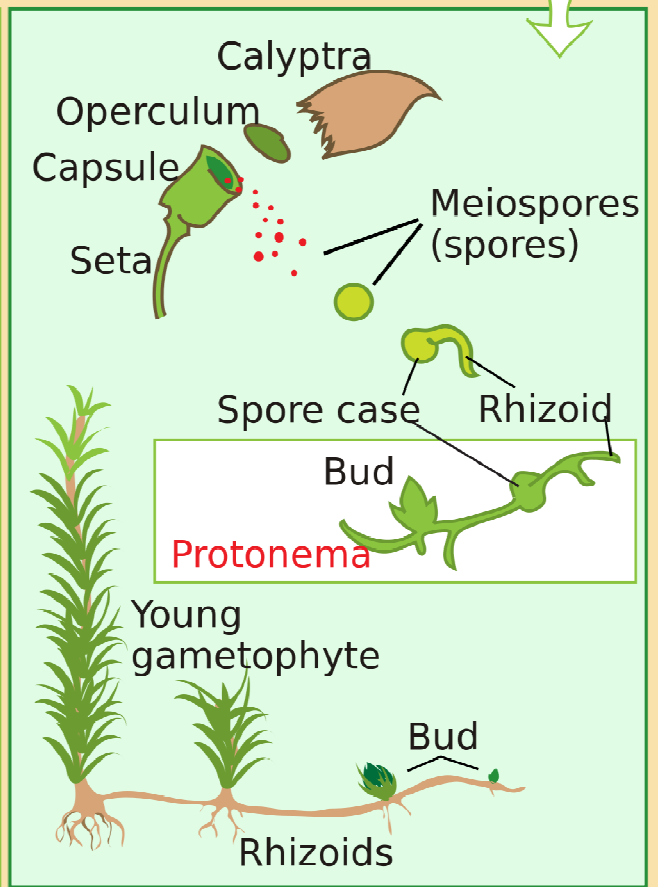
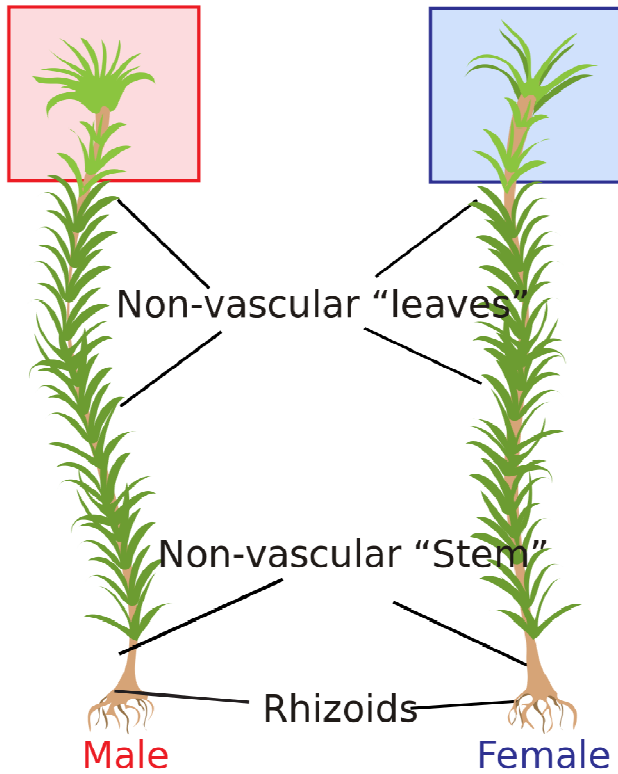
De même l'archégonie provient d'une cellule mère haploïde. Après plusieurs mitoses il se forme un archégonie au fond duquel se trouve une oosphère.



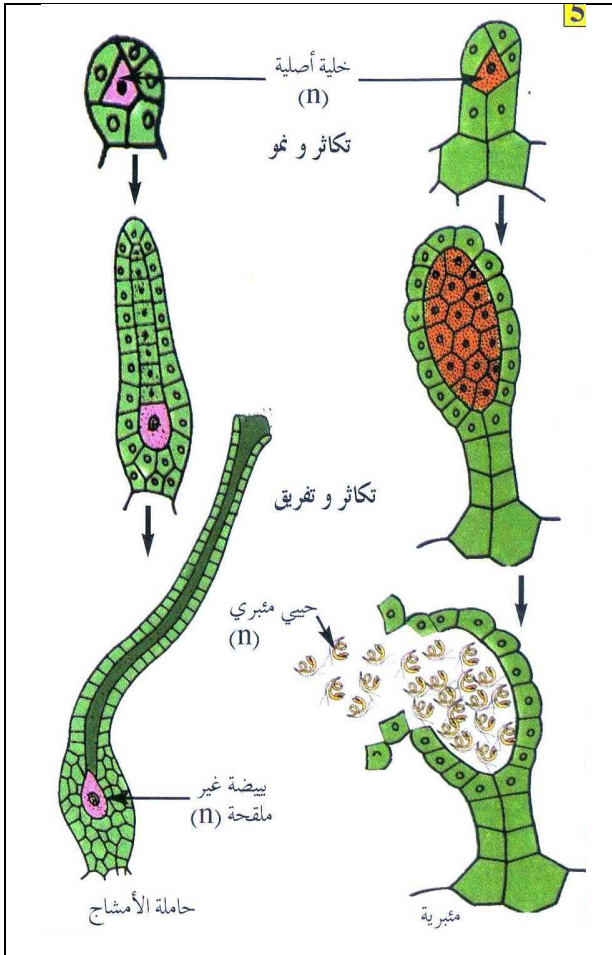
Fertilization



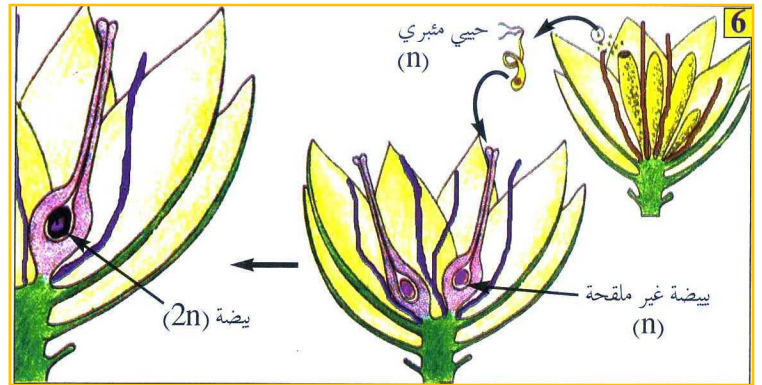
Mature Gametophytes



Meiosis

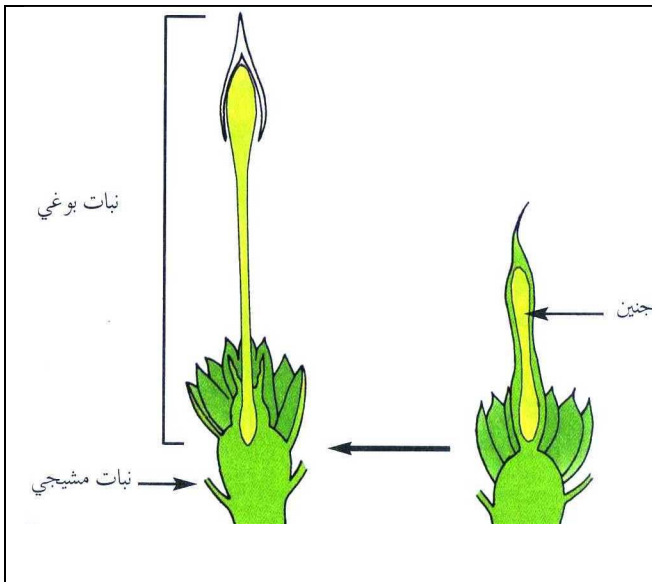


Formation des anthéridies et des archégonies



Les gamètes mâles libérés à maturité par l'antheridie se déplacent dans l'eau grâce à leurs flagelles, pour rejoindre les archégonies. La fécondation aboutit à la formation d'une cellule œuf ou zygote (2n).

La fécondation



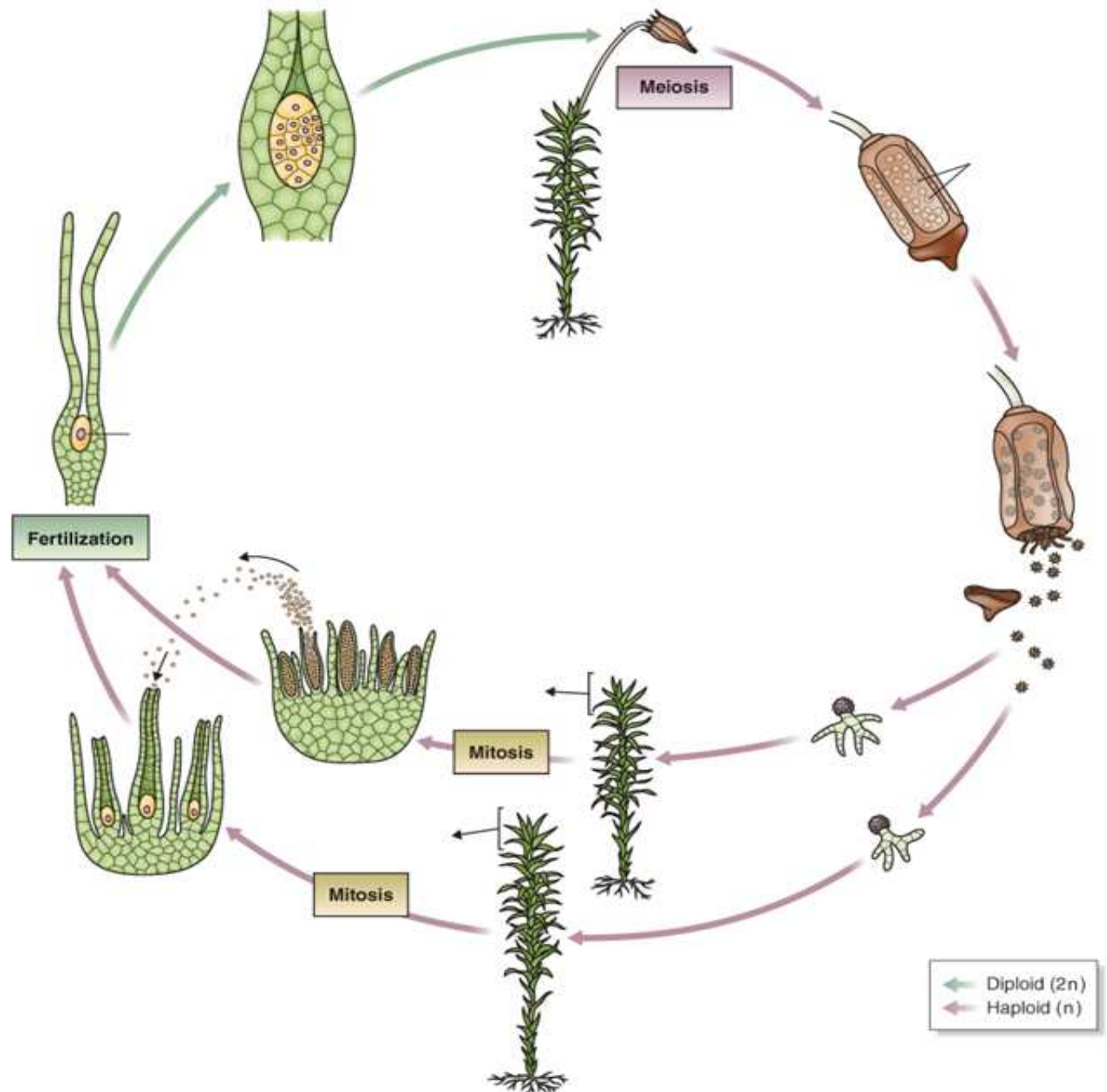
A partir du zygote une succession de mitose aboutissent à la formation d'un embryon qui se développe sur le gamétophyte femelle.

L'embryon croît et donne un sporophyte diploïde (2n).

Ainsi on remarque que le sporophyte chez le polytric parasite le gamétophyte femelle.

La maturité du sporophyte se manifeste par la libération de spores haploïdes par un sporocyste. Au niveau du jeune sporocyste, une cellule mère diploïde subit une méiose qui donne quatre cellules haploïdes qui après plusieurs mitoses aboutissent à la formation des spores (n). Les spores sont des éléments de dissémination.

La germination des spores donne à travers des mitoses des gamétophytes mâles ou femelles.



Le cycle est donc digénétique anisomorphe haplodiplophasique.

UNITÉ IV :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ UNE FOUGERE : LE POLYPODE

Le **Polypode commun** (*Polypodium vulgare* L.) est une fougère de la famille des *Polypodiacees*. Il est parfois appelé *réglisse des bois* ou *réglisse sauvage*. En effet, son **rhizome** a été utilisé à des fins médicinales, mais aussi gastronomiques.

Appareil végétatif

Le polypode commun est une fougère **vivace**. Les frondes, qui sont des feuilles multilobées, prennent naissance de façon isolée le long d'un **rhizome** rampant, assez épais, couvert d'écailles rousses et porte des racines. (Rhizome = tige souterraine). Le polypode est un organisme pluricellulaire diploïde ($2n$). C'est un sporophyte.

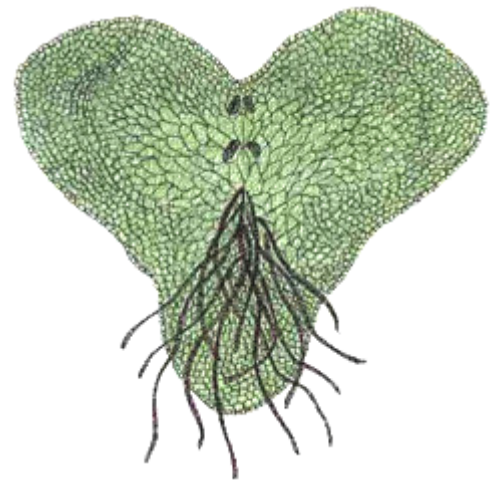
Appareil reproducteur, cycle.

Lors de la maturité sexuelle, on observe sur la face inférieure des frondes des amas de sporange. Au niveau de chaque sporange, une cellule mère diploïde subit une méiose suivie de plusieurs mitoses qui aboutissent à la formation de plusieurs cellules haploïdes. Ce sont les spores. Les spores sont libérées après éclatement du sporange suite à sa maturation. Les spores sont des éléments de dissémination.

Au contact d'un substrat humide, les spores germent et donne après une succession de mitoses un minuscule prothalle foliacé, organisme pluricellulaire haploïde (n).

Le prothalle est un gamétophyte à la fois ♂ et ♀ car il porte les organes qui produisent les gamètes mâles, les anthéridies, et les organes qui produisent les gamètes femelles, les archégonies.

L'anthéridie libère les gamètes mâles qui sont des cellules flagellées mobiles dans l'eau. Les gamètes mâles rejoignent le canal de l'archégonie. Au fond de ce dernier un gamète mâle féconde un gamète femelle (oosphère).



Des fécondations résultent des zygotes qui donnent par mitoses des embryons qui reforment de nouveaux polypodes (sporophytes). Au début de leur développement, les embryons parasitent le gamétophyte qui s'épuise et meurt quand l'embryon a formé une première feuille et une première racine, devenant ainsi autonome.

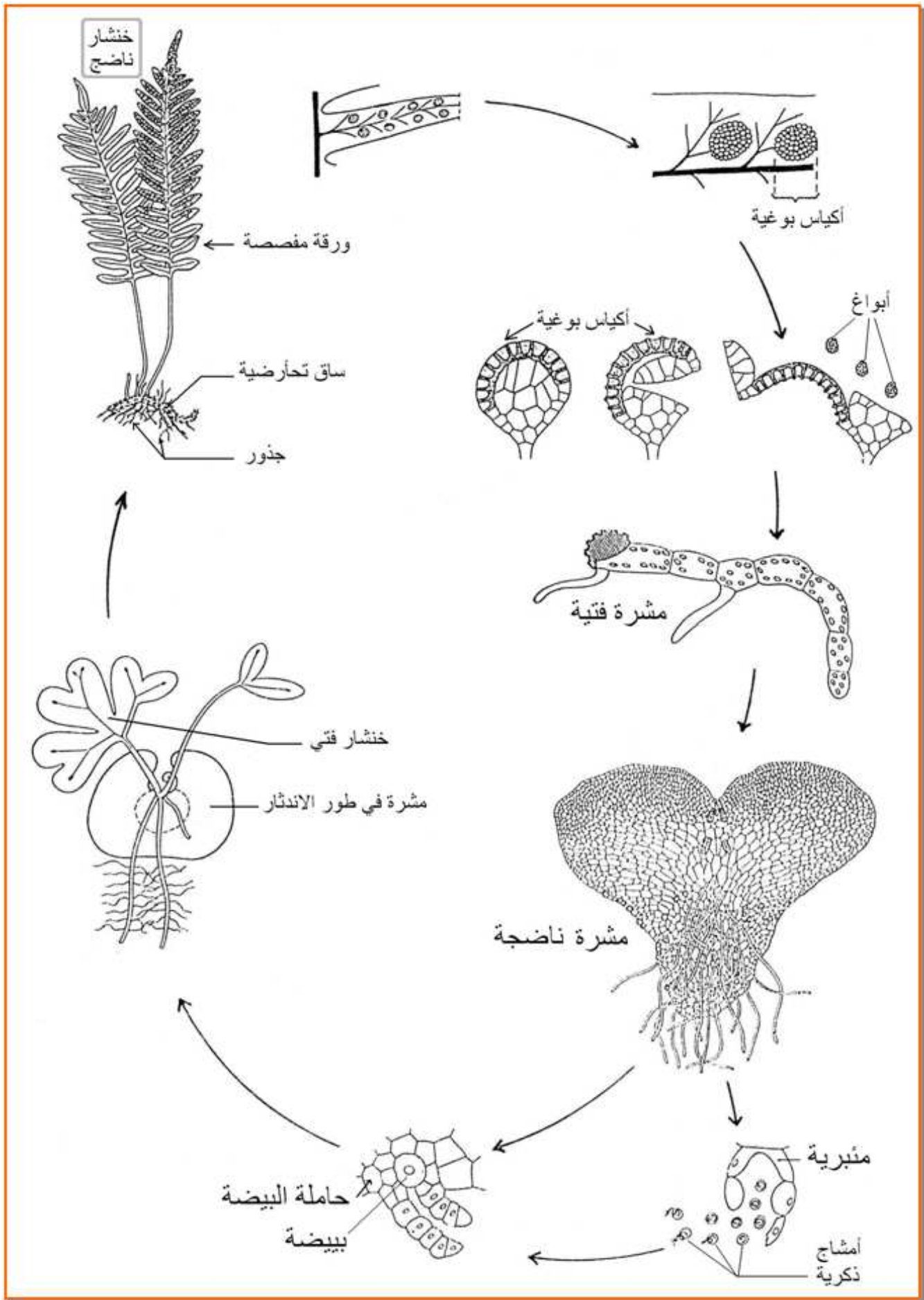
Le cycle du polypode est digénétique anisomorphe haplodiplophasique.

XIV 2. Polypodiaceae.



2. *Polypodium vulgare* L.

Gemeiner
Tüpfelfarn.



UNITÉ V :

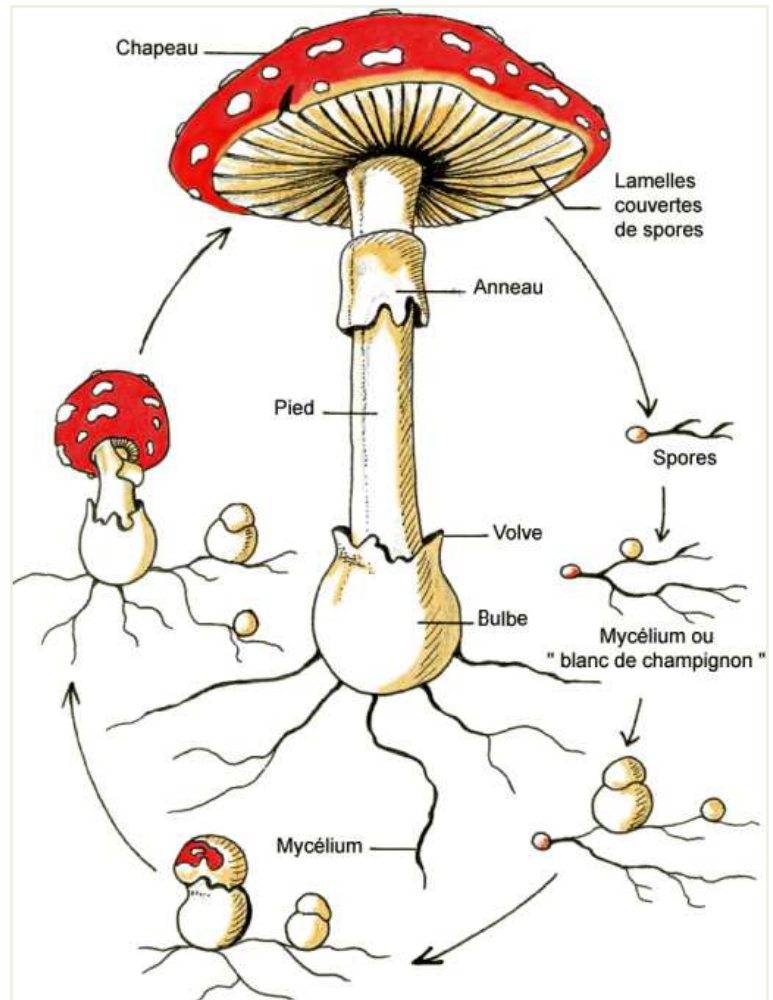
LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ LES BASIDIOMYCÈTES

Les **basidiomycètes** constituent un vaste embranchement (ou phylum) des **mycètes** qui regroupe la plupart des espèces désignées dans la langue courante par le nom de **champignon**, ils sont caractérisés par des spores formées à l'extrémité de cellules spécialisées, les basides.

Les basidiomycètes sont couramment appelés « champignons à chapeau ». Ces champignons peuvent être classés sur des critères morphologiques

(forme du pied et du chapeau, consistance de la chair, couleur des spores), organoleptiques (odeur et saveur) et chimiques.

Les **basidiomycètes** sont des organismes eucaryotes pluricellulaires. Leurs cellules, pourvues d'une paroi, sont immobiles et se nourrissent par l'absorption des **molécules organiques** directement dans le milieu. Les cellules sont dépourvues de chlorophylles et de chloroplastes car ces organismes sont **hétérotrophes** vis-à-vis du carbone. Ils ne font **pas de photosynthèse**. Leur appareil végétatif est un thalle : ce sont donc des **thallophytes**.



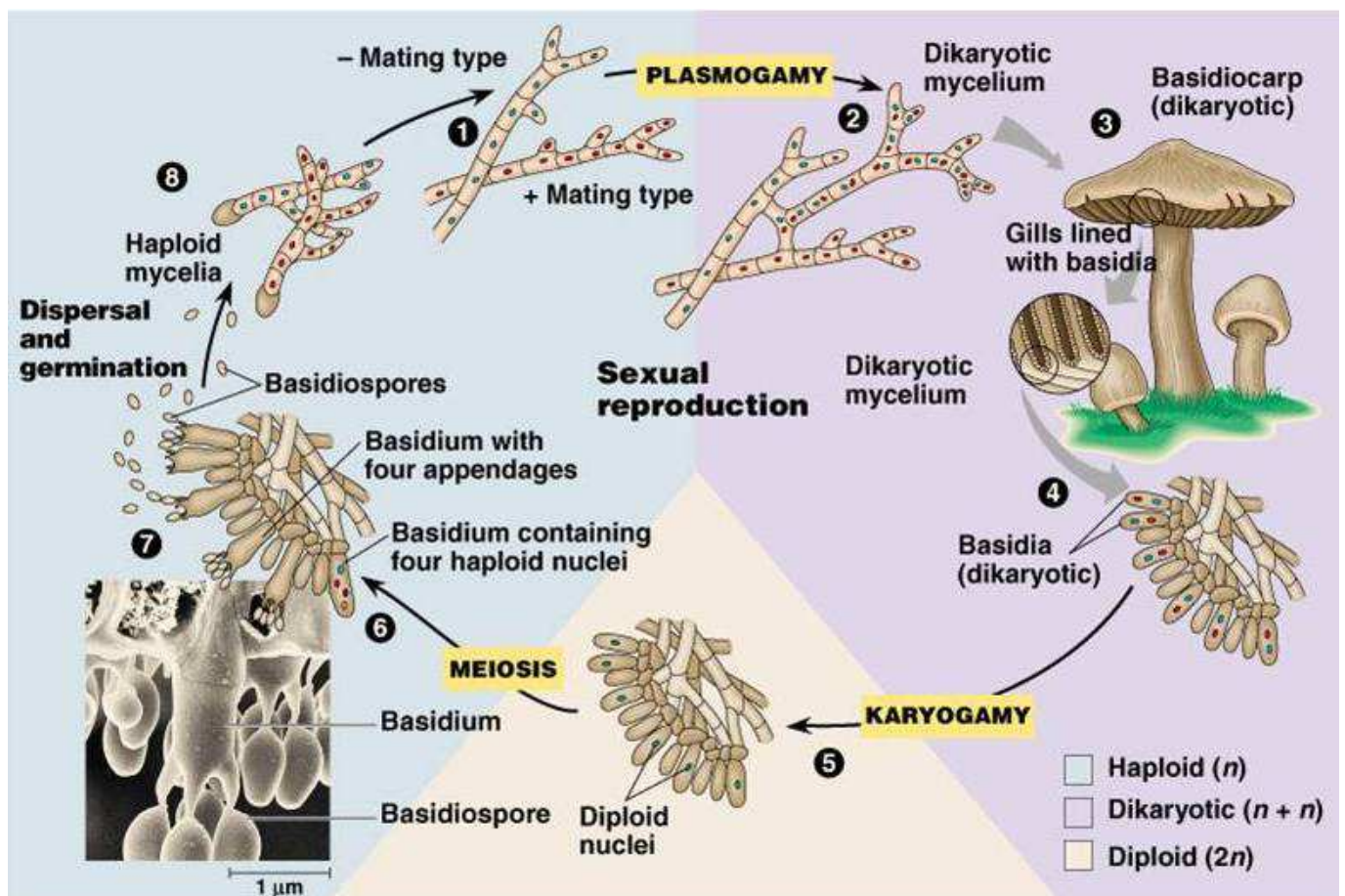
Cycle de développement :

La reproduction sexuée ne se réalise pas avec des organes sexuellement différenciés. Il y a une simple fusion entre deux cellules morphologiquement indifférenciées appartenant à deux filaments voisins. Cette fusion, à l'origine du mycélium secondaire, ne concerne que les cytoplasmes des cellules. C'est la plasmogamie. Plus tard, la fusion des deux noyaux parentaux a lieu dans **les basides**. C'est la caryogamie qui correspond au passage de l'état haploïde (n chromosomes) à l'état diploïde ($2n$ chromosomes). Après la formation des noyaux diploïdes, les processus de méiose permettent le passage de l'état diploïde ($2n$) à l'état haploïde (n). Les noyaux migrent à l'extrémité des **basides** et sont distribués dans **les basidiospores**. Le nombre de noyaux dans les basidiospores est variable. Les basidiospores sont ensuite émises dans le milieu extérieur par la baside mûre. Ces basidiospores peuvent ensuite être disséminées par le vent, la pluie ou le déplacement des animaux.

Il y a huit étapes qui décrivent le cycle de développement des Basidiomycètes formant des champignons :

- **Étape 1** : Deux mycéliums haploïdes de types sexuels opposés subissent la plasmogamie.
- **Étape 2** : Un mycélium dicaryote se forme. Il croît très vite et refoule des mycéliums parentaux.
- **Étape 3** : Certains facteurs environnementaux, comme la pluie ou les changements de température, conduisent le mycélium dicaryote à former des masses compactes qui deviennent des **basidiocarpes ou basidiome**.
- **Étape 4** : La surface des lamelles du basidiocarpe est tapissée de cellules dicaryotes terminales, **les basides**.

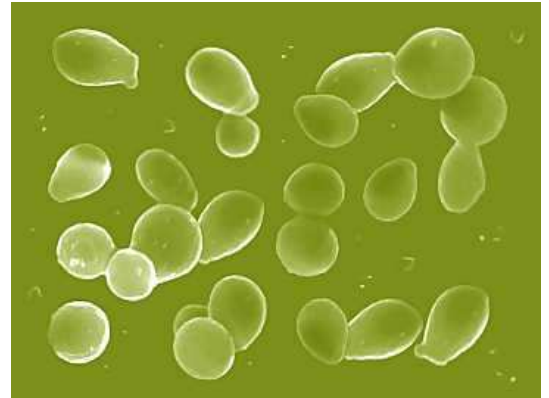
- **Étape 5** : la caryogamie, qui a lieu dans les basides, donne naissance à des noyaux diploïdes qui subissent la méiose.
- **Étape 6** : Chaque noyau diploïde donne quatre noyaux haploïdes. la baside produit ensuite quatre appendices qui laissent chacun pénétrer un noyau haploïde. Chaque appendice, rattaché individuellement à la baside, devient une basidiospore.
- **Étape 7** : À maturité, les basidiospores sont éjectées, tombent du chapeau et sont dispersées par le vent.
- **Étape 8** : Les basidiospores haploïdes germent dans un environnement adéquat et deviennent des **mycéliums** haploïdes éphémères.



UNITÉ VI :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ LA LEVURE DE BOULANGERIE

Saccharomyces cerevisiae (Levure) est un micro-organisme eucaryote hétérotrophe. Utilisés depuis la Haute Antiquité : les Égyptiens, les Babyloniens, l'utilisaient pour la fabrication de boissons fermentées, du pain. Elle a été découverte, isolée et identifiée au milieu



du XIX^e siècle par des brasseurs hollandais à la demande de la corporation des boulangers parisiens qui commençaient à industrialiser leur production et cherchaient, pour faire leur pain, un procédé de fermentation plus fiable et plus rapide que leur levain traditionnel. Ainsi, dans ces domaines, elle est appelée « levure de boulanger » ou « levure de bière ». Enfin, par analogie avec son mode de reproduction, elle est également nommée « levure à bourgeon ».

Saccharomyces cerevisiae se présente sous forme de cellules isolées, ovoïdes à arrondies, longues de 6 à 12 μm et larges de 6 à 8 μm .

Saccharomyces cerevisiae est capable de se multiplier sous deux formes : une forme diploïde ($2n = 32$ chromosomes) et une forme haploïde ($n = 16$ chromosomes).



Les cellules haploïdes se multiplient en bourgeonnant : la cellule mère bourgeonne une cellule fille plus petite (mitose), mais possédant la même information génétique.

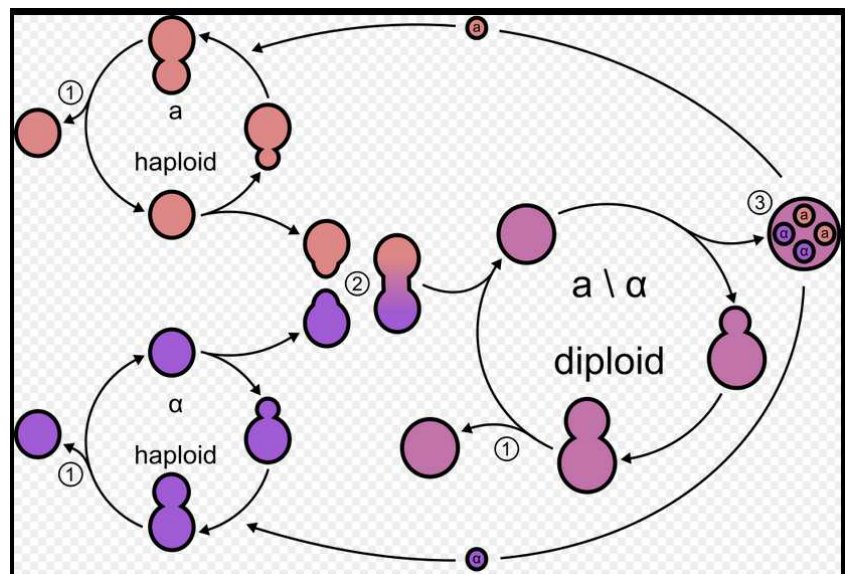
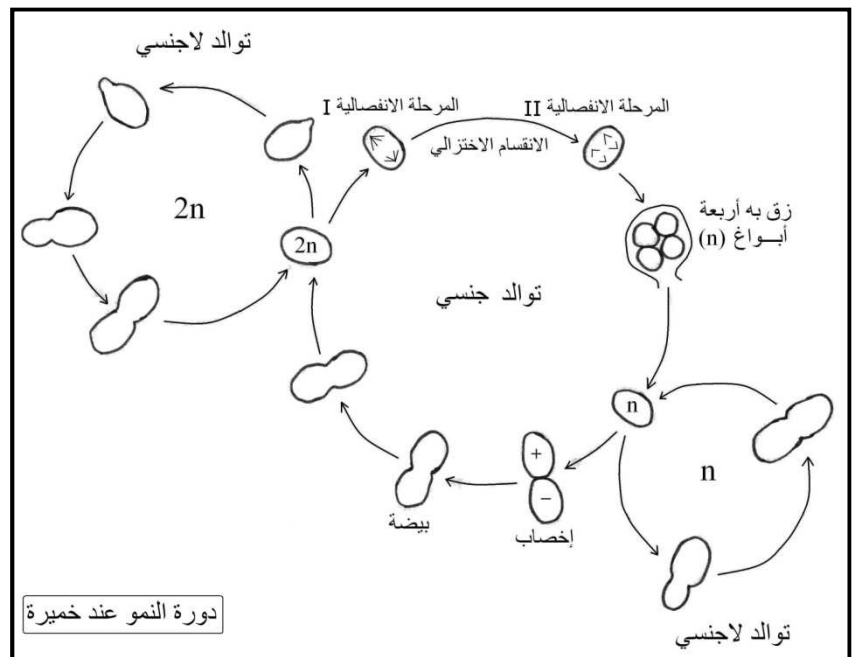
Il existe des cellules haploïdes « a » et des cellules haploïdes « α » qui correspondent à des signes sexuels distincts. Ces deux types de cellules ne se distinguent pas morphologiquement mais par la phéromone qu'elles produisent : MATa ou MATα.

Les phéromones libérées

permettent l'amorce du processus de fécondation.

Ensuite c'est la fusion entre une cellule « a » et une « α » qui donne naissance à une cellule diploïde « a/α ». Tant que l'environnement est favorable, le diploïde se multiplie par bourgeonnement (Mitose). Si les nutriments viennent à manquer, la cellule repasse en phase haploïde par un processus de méiose. On obtient finalement quatre noyaux

haploïdes qui sont inclus dans les spores (ascospores) contenues dans un sac appelé asque. L'enveloppe de l'asque se rompt à maturité et libère alors deux cellules « a » et deux cellules « α » qui peuvent recommencer le cycle.



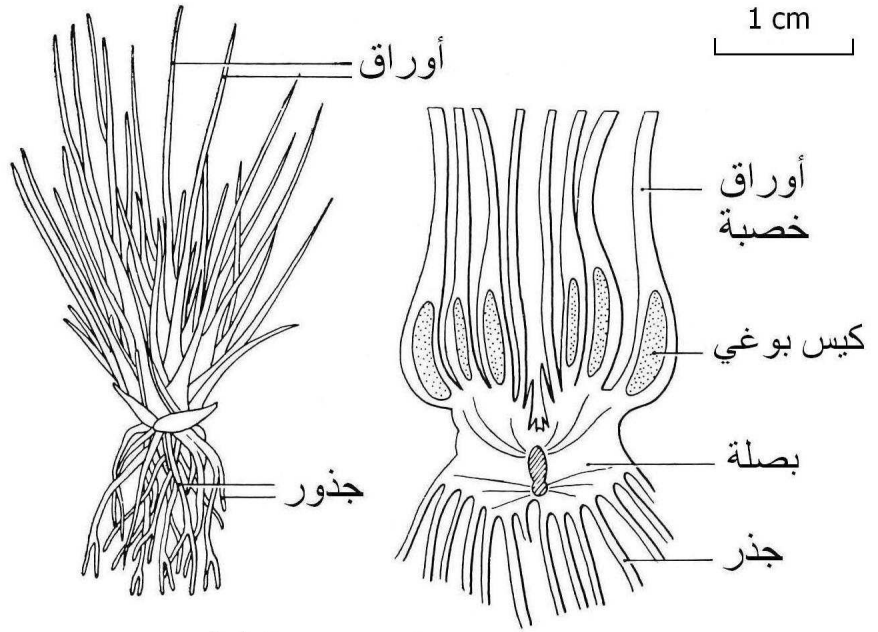
UNITÉ VII :

LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ ISOÈTE (*Isoetes lacustris*)

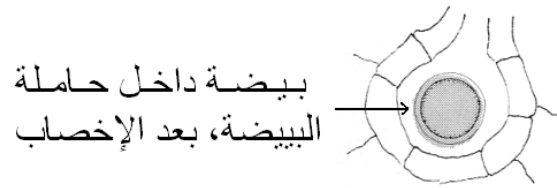
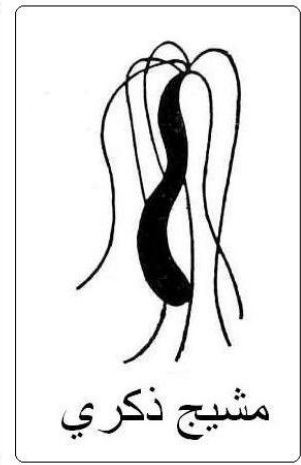
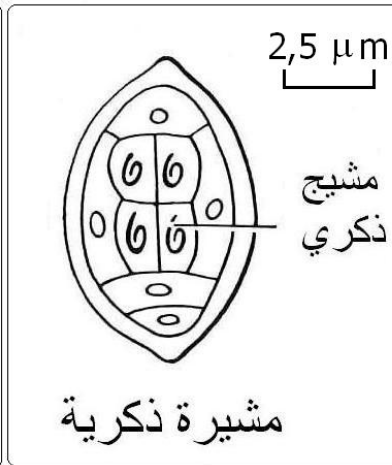
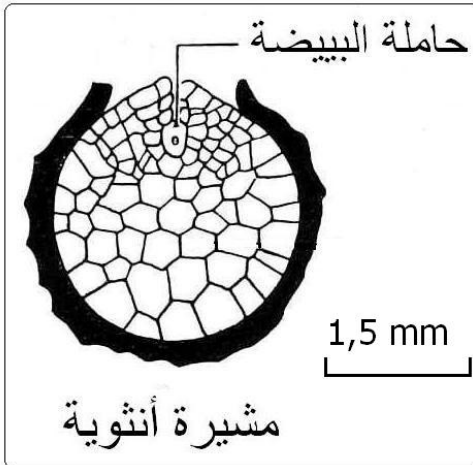
Généralités : Les isoètes sont des plantes chlorophylliennes peu spectaculaires, fondamentalement adaptées à la vie aquatique, même si certaines espèces vivent en milieu aérien. L'ensemble de la plante représente le sporophyte ($2n$). Il est composé d'un court rhizome, d'où prennent naissance les racines ramifiées et les frondes (feuilles). Ces dernières sont linéaires et élargies à leur base ; elles sont parcourues par des canaux aérifères, visibles en coupe transversale, qui sont une adaptation à la vie aquatique.

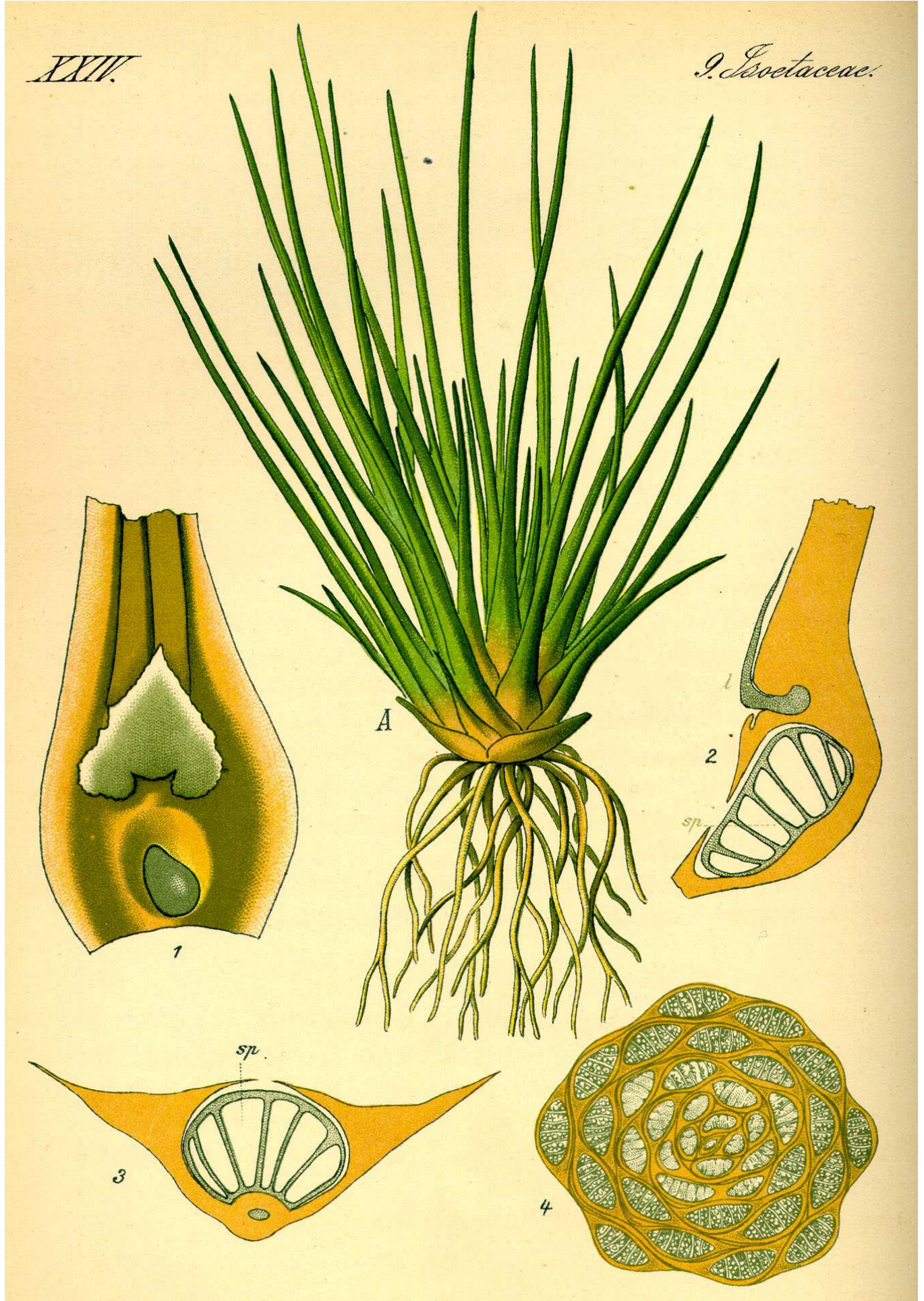
Ces plantes sont inféodées aux lieux humides. Elles peuvent être aquatiques, semi-aquatiques ou aériennes. Dans les deux premiers cas, les espèces vivent en eau douce et généralement à courant faible ou nul.

Ce sont des plantes hétérosporées portant des **mégasporanges** à la base des frondes les plus externes, et des **microsporanges** à la base des frondes les plus internes.



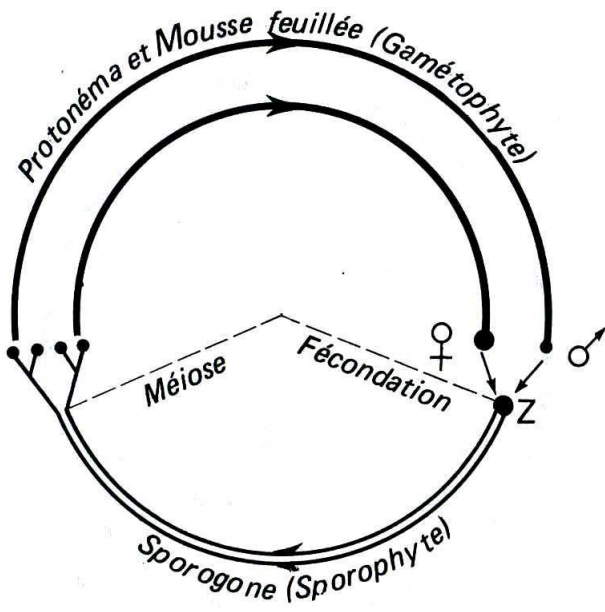
نبات Isoetes البالغ



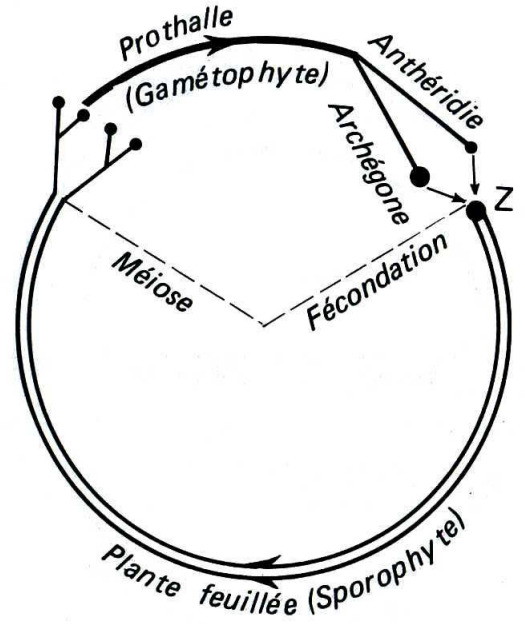


REPRODUCTION ET CYCLE : « *Isoetes lacustris* »

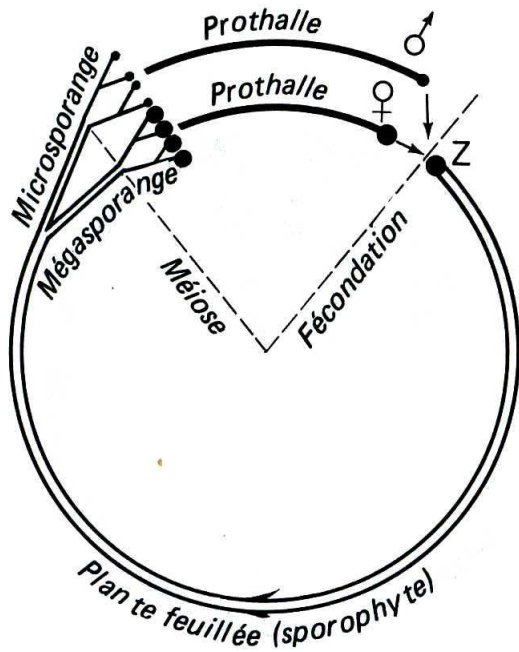
- Isoète est une plante dulcicole (Lacs ; rivières). L'individu adulte comporte une tige courte dite rhizome et porte des racines vers le bas, et des feuilles vers le haut.
- Certaines feuilles portent des microsporangies qui libèrent des microspores. D'autres feuilles portent des mégasporangies qui libèrent des mégaspores.
- Au niveau des microsporangies, des cellules mères diploïdes ($2n$) subissent la méiose et donnent un grand nombre de microspores (environ un million).
- De la même manière les mégasporangies produisent les mégaspores mais en nombre plus réduit.
- Une fois libérées, la germination des microspores aboutit à la formation d'un minuscule prothalle ; c'est le gamétophyte mâle qui libère quatre gamètes multiflagellés.
- La germination d'une mégaspore aboutit à la formation d'un thalle partiellement entouré par la paroi mégasporale. Ce thalle est le gamétophyte femelle au sein duquel se forment 2 à 3 archégones.
- Le gamète mâle rejoint l'oosphère au niveau de l'archégone où se déroule la fécondation et ainsi la formation d'un zygote.
- A travers plusieurs mitoses le zygote donne un nouveau pied d'Isoète.
- Le cycle est donc digénétique haplodiplophasique anisomorphe à dominance de la diplophase.



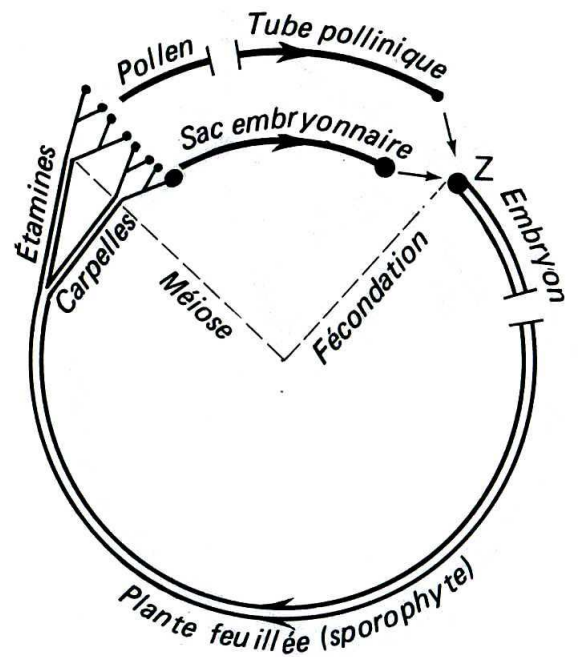
a : Mousse



b : Fougère



c : Sélaginelle



d : Angiosperme

FIG. 24. - Quelques cycles de développement (Z = zygote).