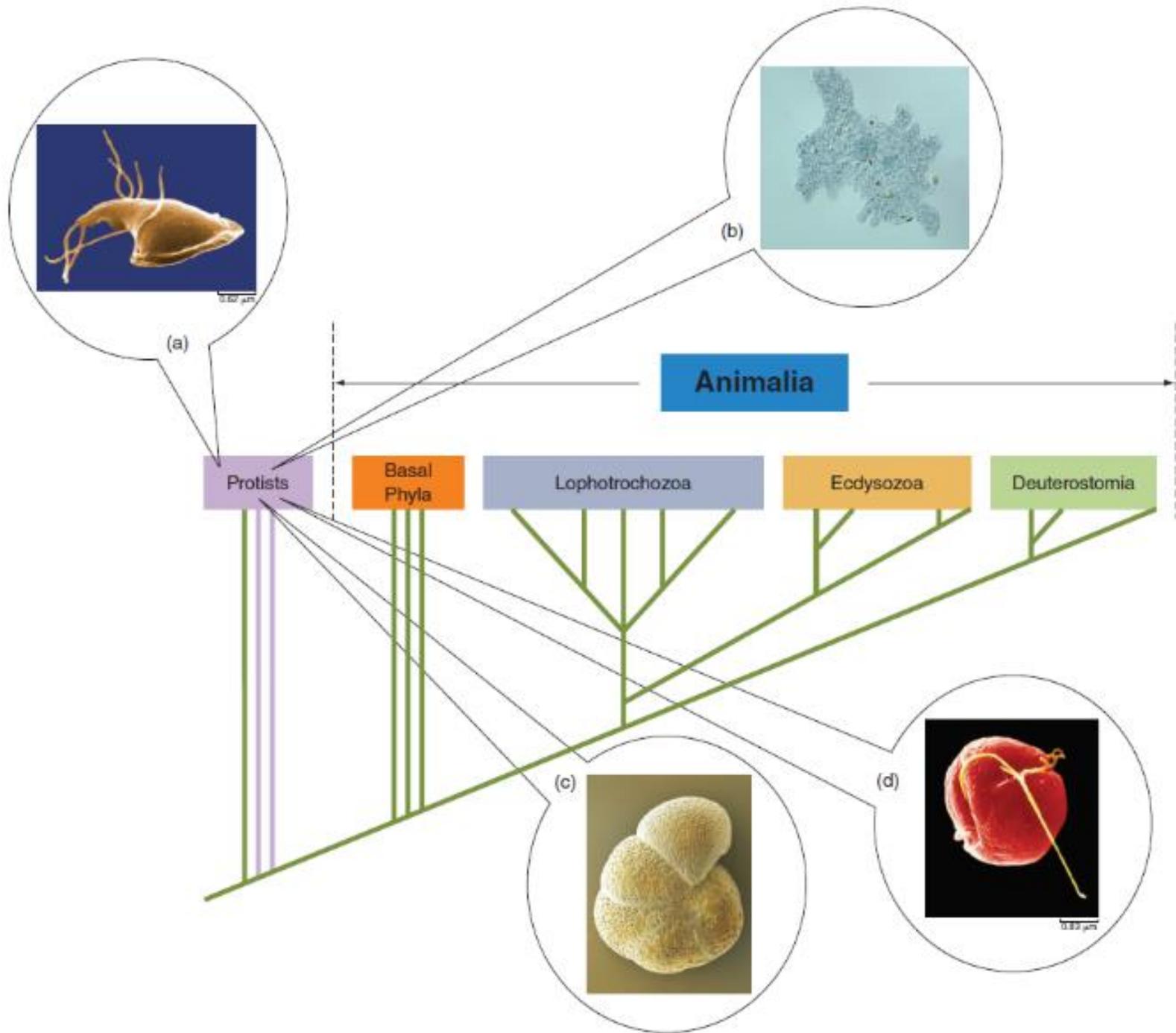


# LES PROTOZOAIRES (UNICELLULAIRES)



Representative examples of the four supergroups include: (a) *Excavata* (the flagellated protozoan *Giardia intestinalis*), (b) *Amoebozoa* (the amoeba *Amoeba proteus*), (c) *Rhizaria* (the foraminiferan *Cibicides labatulus*), and (d) *Chromalveolata* (the dinoflagellate *Gymnodinium*).

Référence: Miller & Harley, 2016.

Le monde vivant

Procaryotes  
(pas de membranes  
nucléaire)

Bactéries

Eucaryotes  
(vrai noyau)

R. Protistes

R. Animal

R. végétal

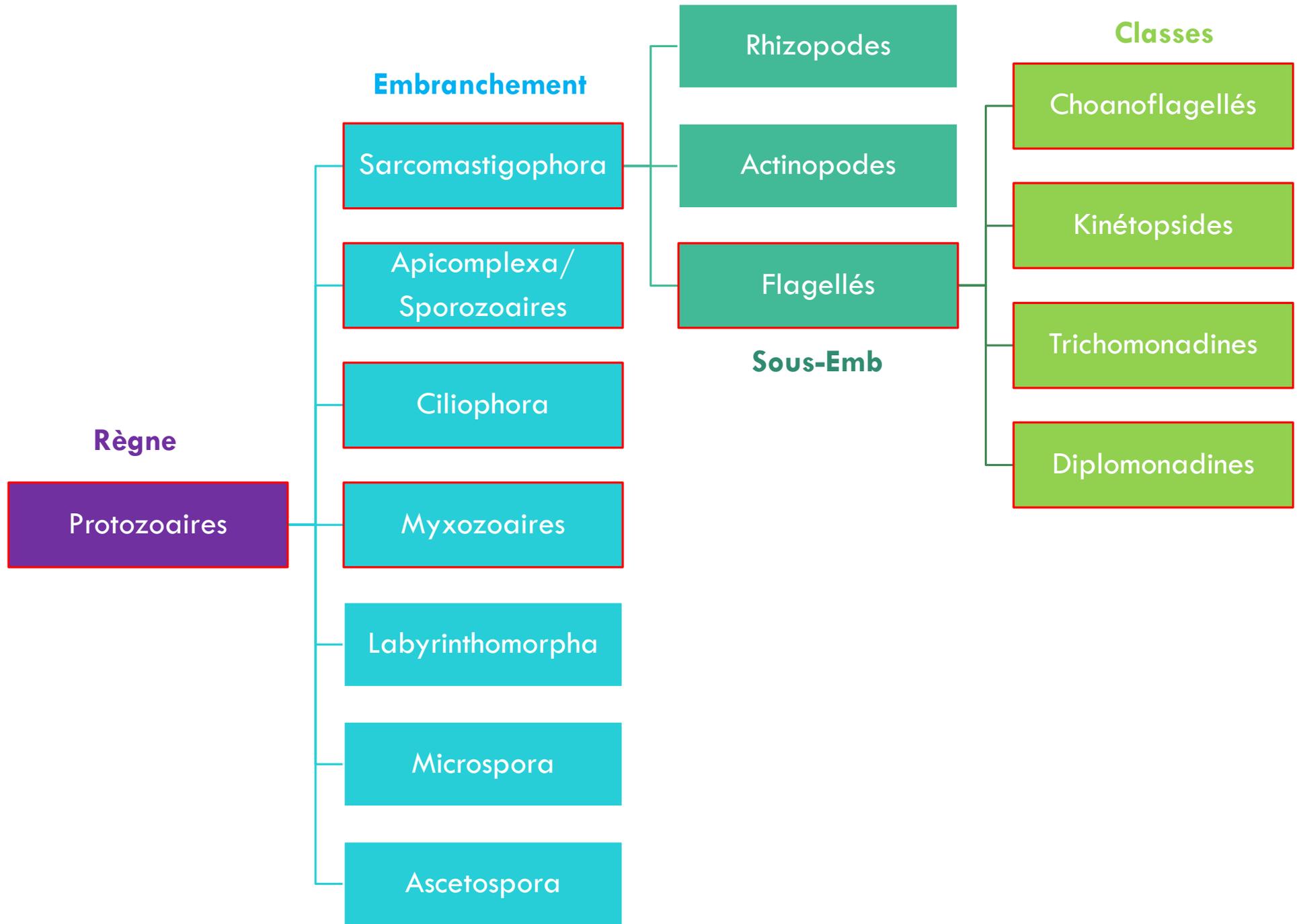
R. Champignons

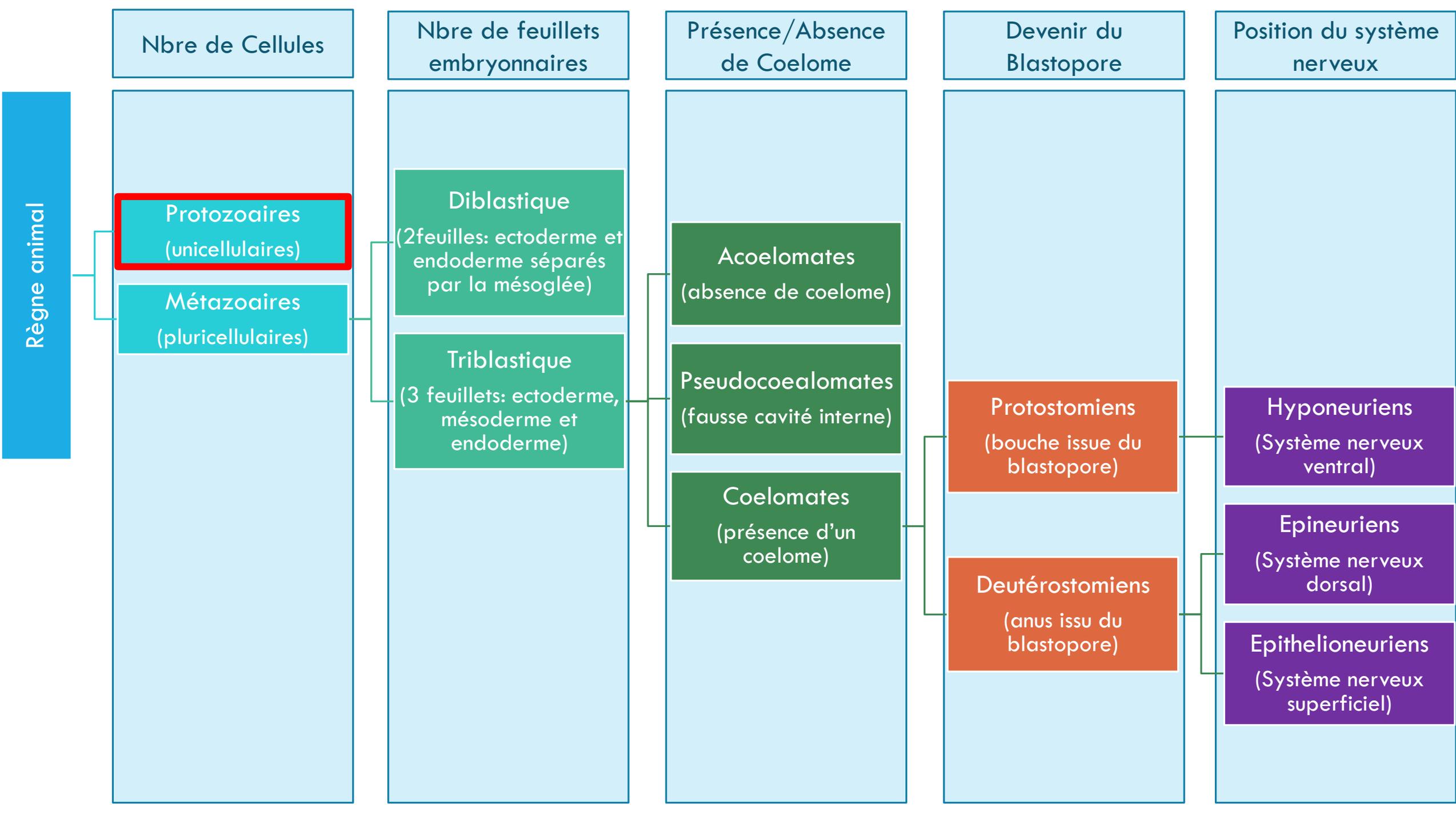
Protophytes  
(Vgtx unicellulaires, algues)

Formes intermédiaires  
(ex: Euglèn)

Champignons

Protozoaires





# GÉNÉRALITÉS

# CARACTÈRES GÉNÉRAUX

- **Organismes unicellulaires eucaryotes, microscopiques, hétérotrophes.**
- Possèdent un **appareil locomoteur** (flagelles, pseudopodes ou cils).
- Se présentent sous des formes variées et colonisent tous les milieux avec des formes libres ou parasites.
- Se nourrissent soit par osmose (formes parasites), soit par phagocytose (formes libres).
- Ils sont capables d'assurer grâce à des organismes particuliers, la totalité des fonctions physiologiques.
- Ils se multiplient le plus souvent par mitoses (reproduction asexuée), cependant à un moment de leur cycle, ils se multiplient par voie sexuée.

# MORPHOLOGIE ET STRUCTURE

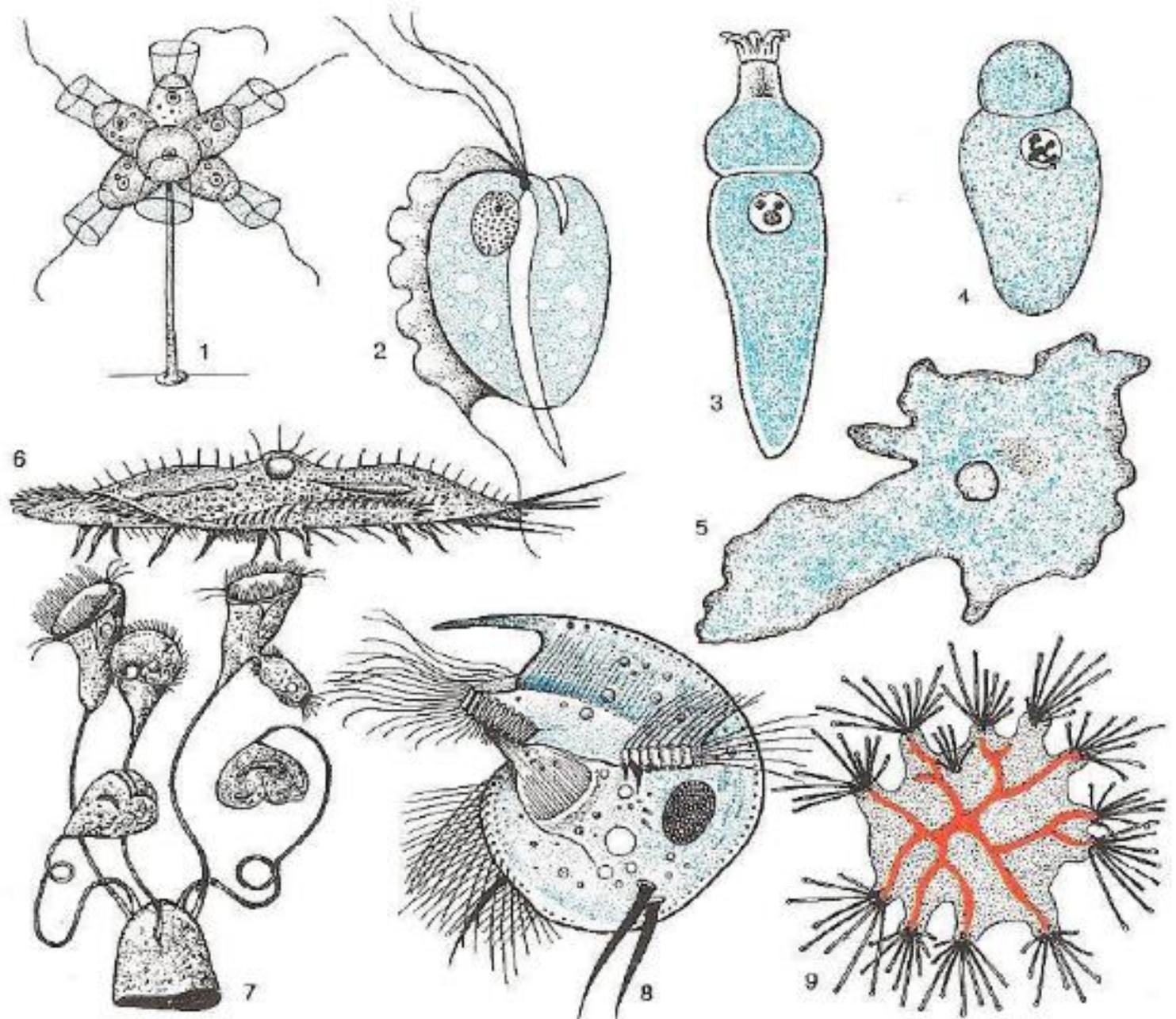
Chez les protozoaires, les éléments anatomiques sont tous semblables. Morphologiquement, certains protozoaires peuvent s'associer en colonies qui paraissent former des êtres pluricellulaires. Sur plus de 30 000 espèces de protozoaires, on en distingue trois en particulier :

- **les protozoaires sans cils ni fouets** : Ils sont capables d'émettre des pseudopodes qui sont des prolongements qui leur permettent de capturer certains organismes microscopiques et de se déplacer;
- **les sporozoaires** qui émettent des flagelles pendant la reproduction;
- les **ciliés** qui sont recouverts de cils et - les flagellés comportant des fouets.

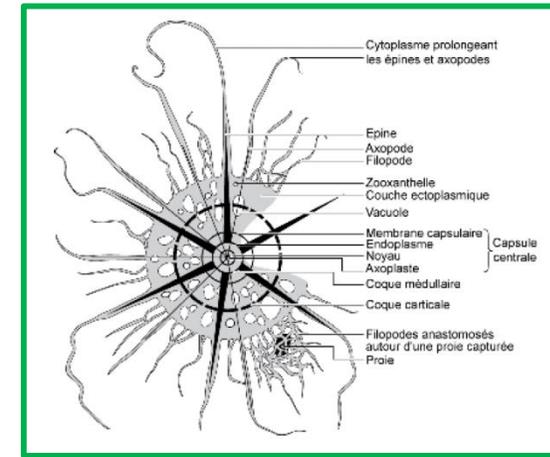
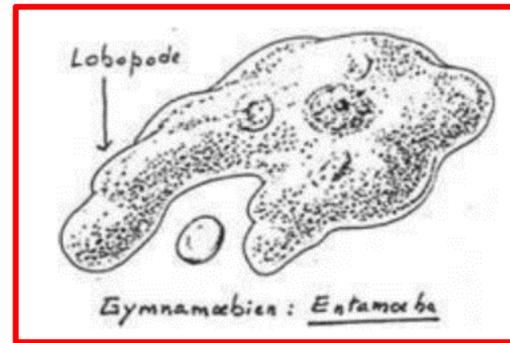
Représentation schématique de quelques protozoaires :

**Flagellés :**

1. Codonosiga
2. Trichomonas sporozoaires
3. Corycella
4. Gregarina, rhizopodes
5. Amoeba, ciliés
6. Stylonychia
7. Vorticella
8. Discomorpha
9. Lernaephyra.



# LOCOMOTION



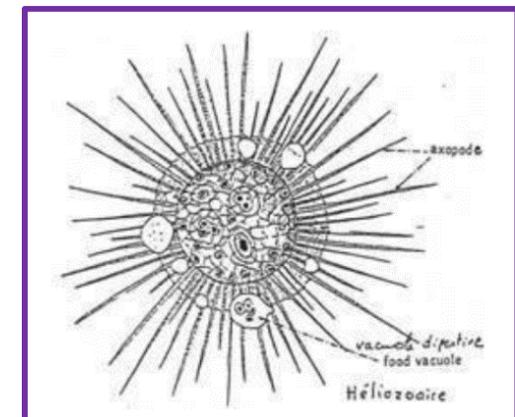
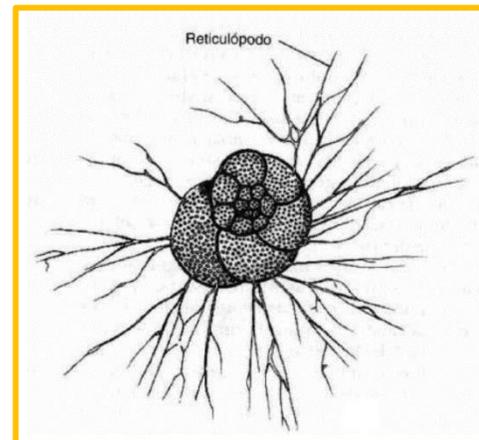
On trouve trois types d'appareils locomoteurs:

**1. Les pseudopodes:** extensions cytoplasmiques temporaires pour la locomotion et la capture des proies. En général, des pseudopodes se rétractent pendant que d'autres se forment. Quatre formes de pseudopodes existent:

- **Les lobopodes:** Ce sont des formes de digitation arrondie. Ils sont larges et courts, contiennent un endoplasme et un ectoplasme (périphérique). Les protozoaires qui présentent des lobopodes sont les amibes polypodiales (plusieurs pseudopodes) et les amibes monopodiales (un pseudopode).
- **Les filopodes:** On trouve des filopodes chez les Thécamoebiens (*Diffugia* : un genre des Amibes). Ce sont des pseudopodes fins, parfois ramifiés mais qui pointent toujours à une extrémité de la cellule. Ils sont incapables de s'anastomoser.

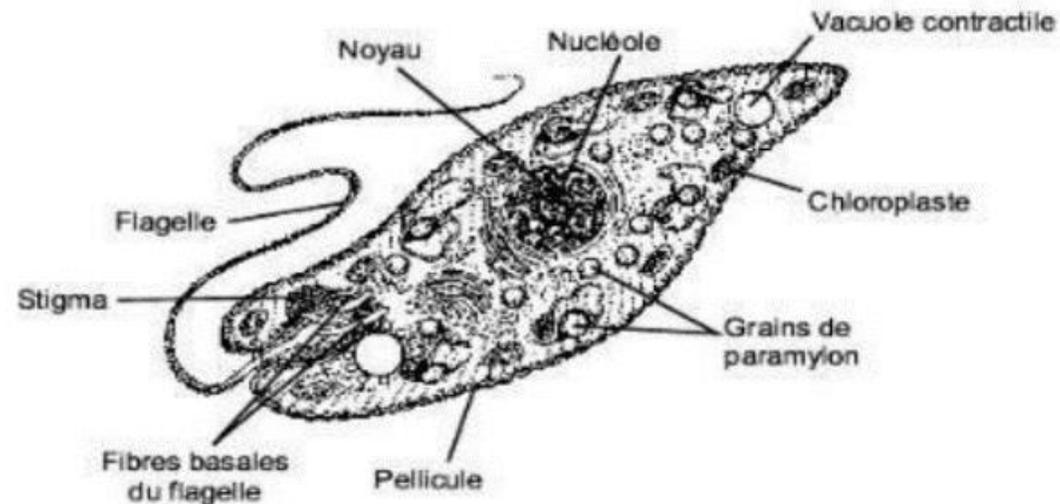
# LOCOMOTION

- **Les réticulopodes:** On les trouve chez les foraminifères. Ils sont fins, très ramifiés, se rejoignent pour constituer un réseau et même, les réticulopodes de plusieurs cellules peuvent se rejoindre et donner un réticulum multicellulaire (à filet pour piéger les proies) Exemple : *Elphidium*.
- **Les axopodes:** Ce sont des prolongements cytoplasmiques, à disposition rayonnante où chacun est soutenu par un filament axial (axonème) caractéristique des actinopodes.

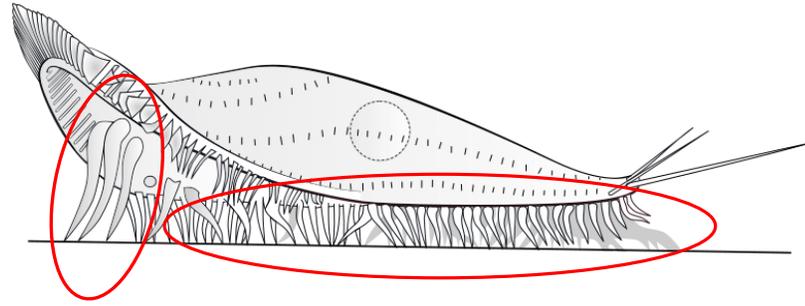


# LOCOMOTION

**2. Les flagelles:** Ils sont permanents, en position fixe et ne sont efficaces qu'en milieu fluide. Un flagelle actif est une machine macromoléculaire permettant le mouvement, mais il est également aussi un couloir d'intense circulation d'information, de substances énergétiques à acheminer et de déchets métaboliques à évacuer.

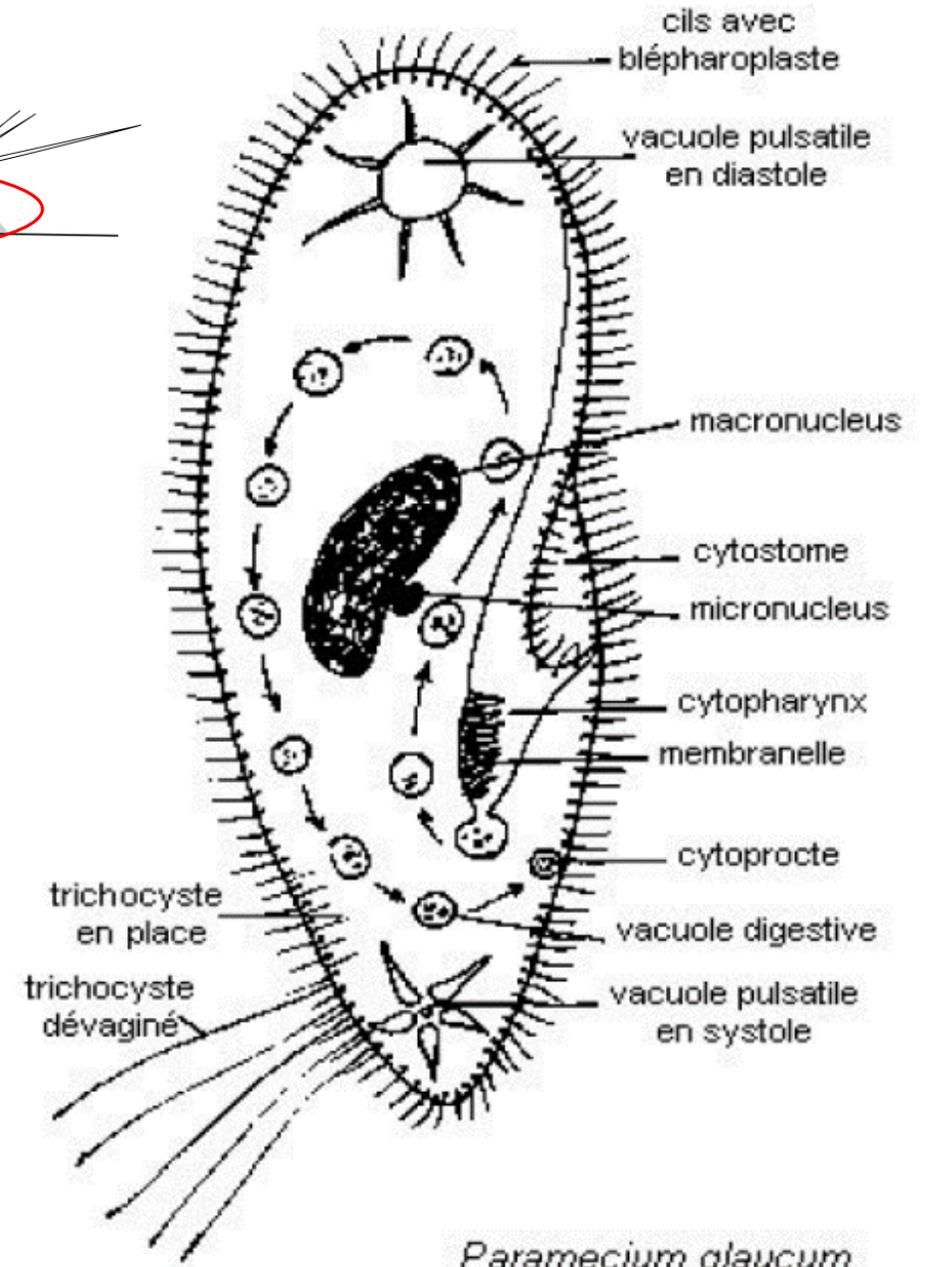


# LOCOMOTION



**3. Les cils:** Les cils servent à la locomotion et se présentent sous forme de rangées. Selon les cas, on les trouve sur toute la surface du corps ou localisés. Ils ne sont efficaces qu'en milieu fluide. Les cils sont permanents et en position fixe.

- Les **cils buccaux** : ils entraînent les *aliments vers la bouche*.
- Les **cils somatiques** : Chez les ciliés hypotriches (*Stylonychia*), on trouve des *groupes de 5 à 7 cils* qui s'associent en petites touffes pour former des **cirres**. Dans ce cas, les cirres supportent le corps et permettent un déplacement sur substrat solide.



# NUTRITION

**1. Prise de nutrition:** On trouve quelques **saprophytes** qui vont directement absorber les composés au travers de leur paroi : le système nutritionnel dégénère. Les autres sont des holozoïques. Ils se nourrissent de nourriture solide par prédation (paramécie) ou filtration (vorticelle).

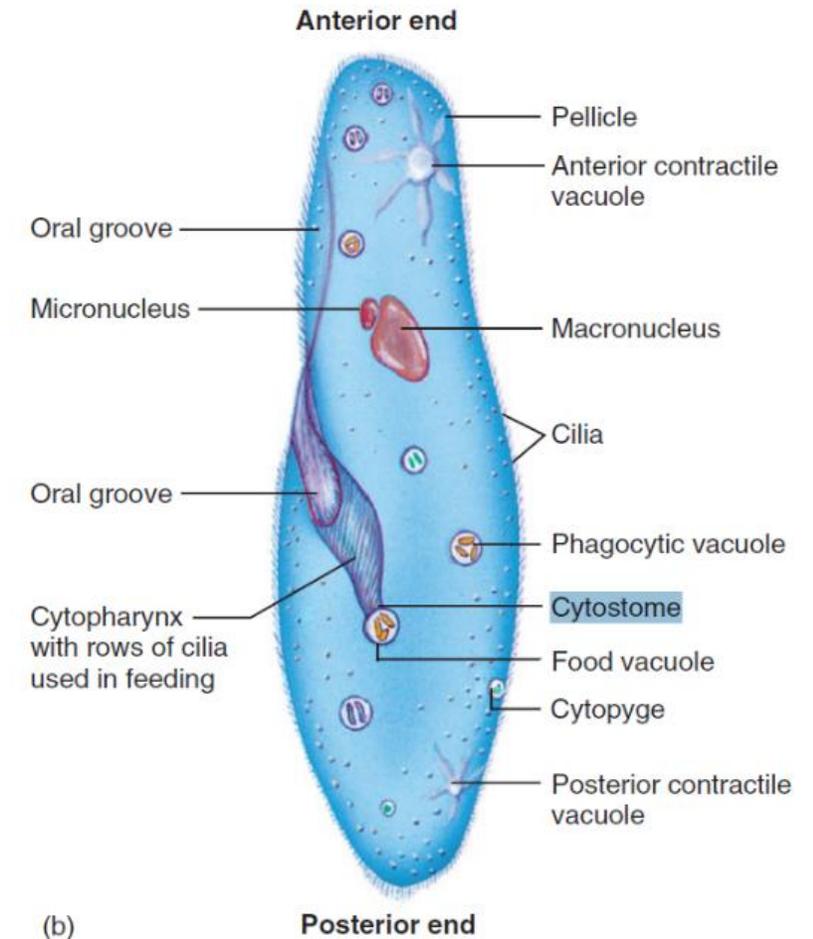
Saprophytes : organisme qui tire les substances qui lui sont nécessaires des matières organiques en décomposition.

Holozoïque: Parasite qui se nourrit de substances ou d'autres parasites situés dans son entourage immédiat

# NUTRITION

**1.1. Prédation:** Les protozoaires pratiquant la prédation sont très mobiles. Par exemple, une amibe peut attraper une paramécie : plusieurs lobopodes participent à la prédation. La proie est ingérable en n'importe quel point du corps. Les pseudopodes servent à capturer la proie. Il y a ensuite libération de substance toxique pour immobiliser la proie, puis, mise en place d'une vacuole digestive.

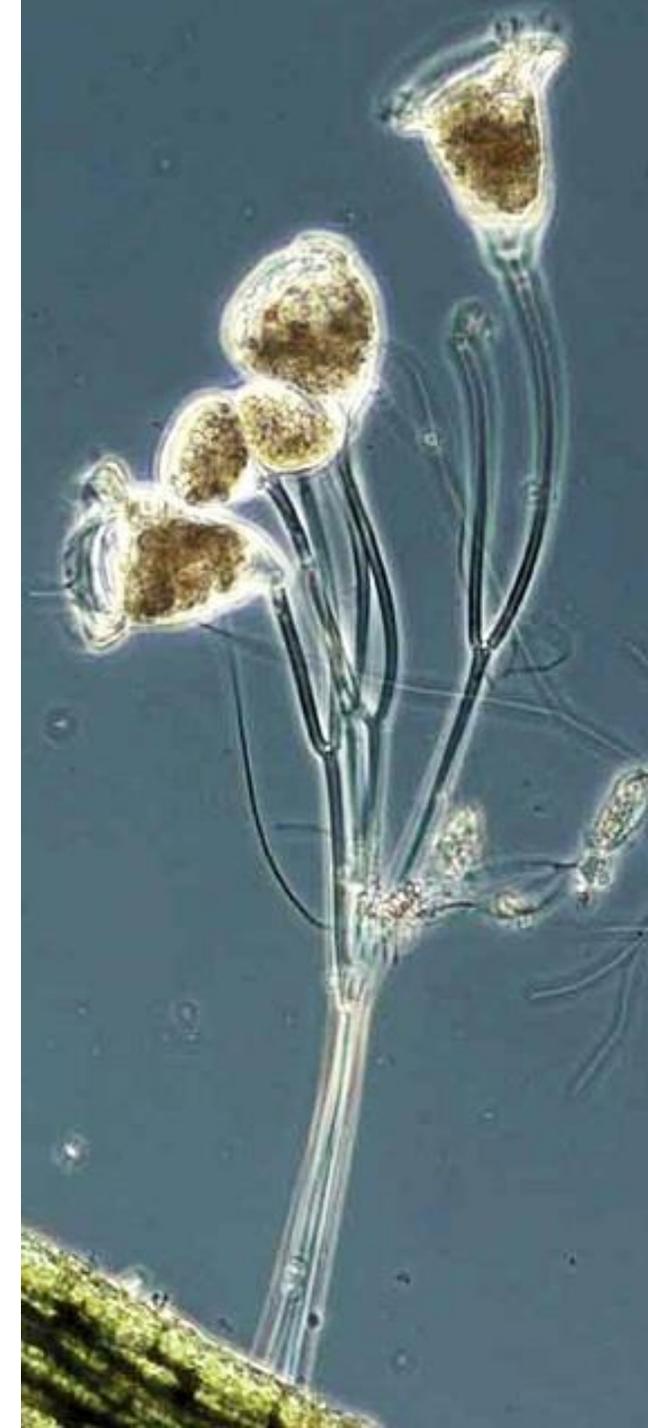
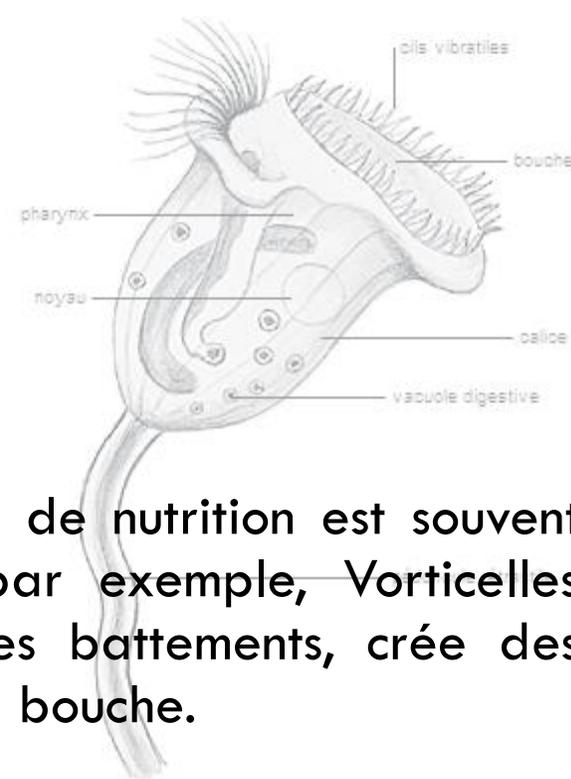
Les paramécies ont une « bouche » (le cytostome), située au fond d'un entonnoir cilié (le cytopharynx). L'entonnoir est garni de cils qui, en battant, dirigent les proies vers la bouche. Le cytopharynx a un grand nombre de trichocystes qui paralysent les proies. Ces dernières sont ensuite amenées dans la vacuole digestive.



# NUTRITION

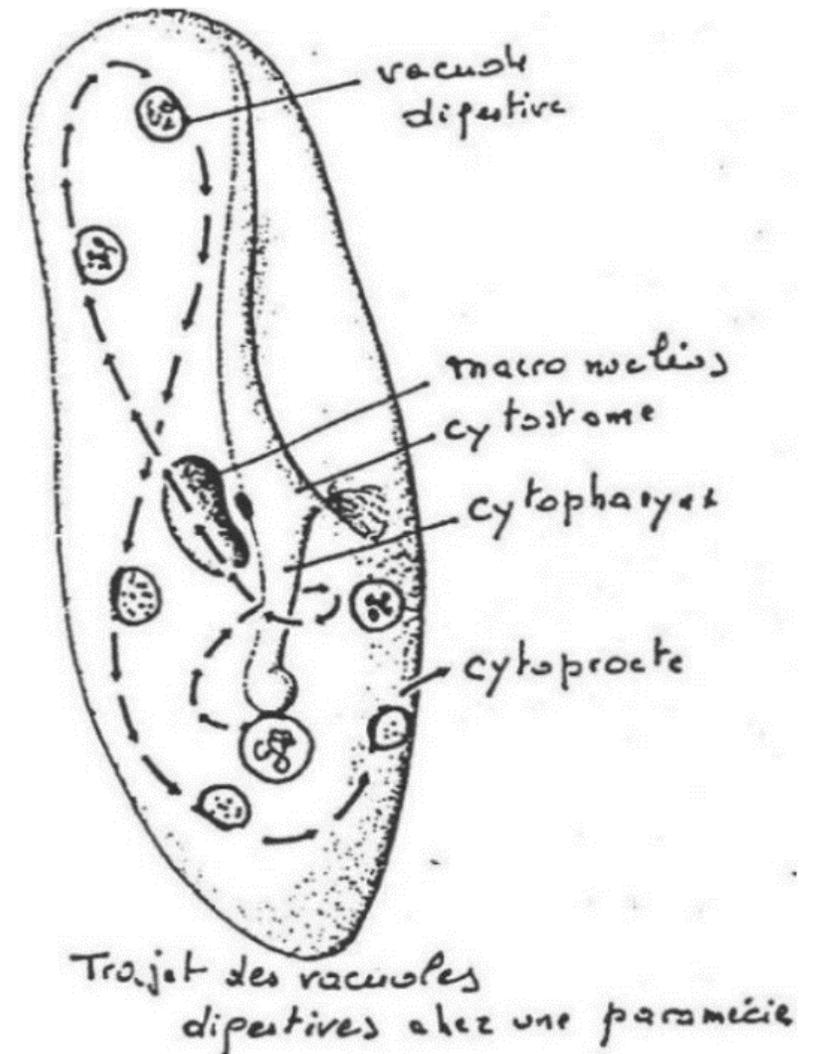
**1.2. Filtration ou « piégeage »:** Ce mode de nutrition est souvent réservé aux organismes sessiles (fixés), par exemple, Vorticelles (peritriches) : sa couronne de cils, par des battements, crée des tourbillons qui amènent les particules dans la bouche.

Au fond du cytopharynx, il y a formation d'une vésicule digestive. La nourriture entre dans la cellule par endocytose. Chez les Choanoflagellés coloniaux, le flagelle bat et entraîne l'eau vers la collerette. Chez les organismes libres comme les Actinopodes flottants, il y a augmentation du rayon d'action par de nombreux Axopodes rayonnant. Chez les foraminifères, les réticulopodes ramifiés s'anastomosent et forment ainsi un piège à petits organismes.



# NUTRITION

**2. Digestion:** La vacuole digestive est l'organite permettant la digestion intracellulaire. Celle-ci dérive du plasmalemme. Les enzymes digèrent les éléments phagocytés. Il ne reste plus que les déchets non assimilables (dans la vacuole). Ce sont les courants d'eau plasmique (ou cyclose) qui favorisent le trajet des vacuoles digestives. Aucun trajet n'est défini, sauf chez les ciliés, la vacuole a un trajet défini de sorte que la position de cette vacuole renseigne sur l'état de digestion des éléments ingérés.



Digestion chez les ciliés

# NUTRITION

**3. Egestion:** La vacuole alimentaire entre en contact avec le plasmalemme et les déchets sont évacués par exocytose. Chez les ciliés, l'exocytose se fait toujours au même point : on parle alors « d'anus » ou de « cytoprocte ». Chez les amibes, la technique est différente. Les vacuoles usées s'accumulent dans une « queue » (l'uroïde) qu'elles traînent puis qui est abandonnée.

# RESPIRATION ET CIRCULATION

La majorité des protozoaires est **aérobie** (les anaérobies sont indépendants de l'O<sub>2</sub>). Les protozoaires aérobies n'ont pas d'organites spécialisés pour la respiration ; il y a diffusion d'O<sub>2</sub> par la paroi cellulaire.

# EXCRÉTION ET OSMORÉGULATION

Ces deux fonctions (excrétion et osmorégulation) sont liées. Les paramécies, à leurs deux extrémités, possèdent des vacuoles pulsatiles (contractiles). Elles battent en opposition de phase. Quand une est en diastole (phase de dilatation), l'autre est en systole (phase de contraction). Elles évacuent, par une ouverture temporaire de la membrane, l'eau qui entre par osmose dans la cellule, à partir d'un milieu **hypotonique** (eau douce). Leur rôle est de maintenir la pression osmotique. Si les paramécies sont dans un milieu isotonique, les pulsations s'arrêtent. Les vacuoles n'existent pas chez les protozoaires marins et parasites.

En biologie, un environnement cellulaire **hypotonique** est un environnement ayant une concentration en solutés inférieure à celle du cytoplasme.

Une solution **isotonique** par rapport au milieu intracellulaire contient une quantité de solutés dissous égale à celle du cytoplasme.

# EXCRÉTION ET OSMORÉGULATION

Les déchets solubles sont évacués avec l'eau rejetée par les vacuoles pulsatiles (en partie). La plus forte partie de l'excrétion est assurée par la membrane (à son travers), sans intervention d'organite.

Tout le tour de la cellule est en contact avec l'eau, ce qui facilite les passages. Quand les protéines sont dégradées, les déchets sont de type azotés : les protozoaires sont dits ammoniotéliques. Les vacuoles digestives participent à l'exocytose.

# MORPHOLOGIE ET STRUCTURE

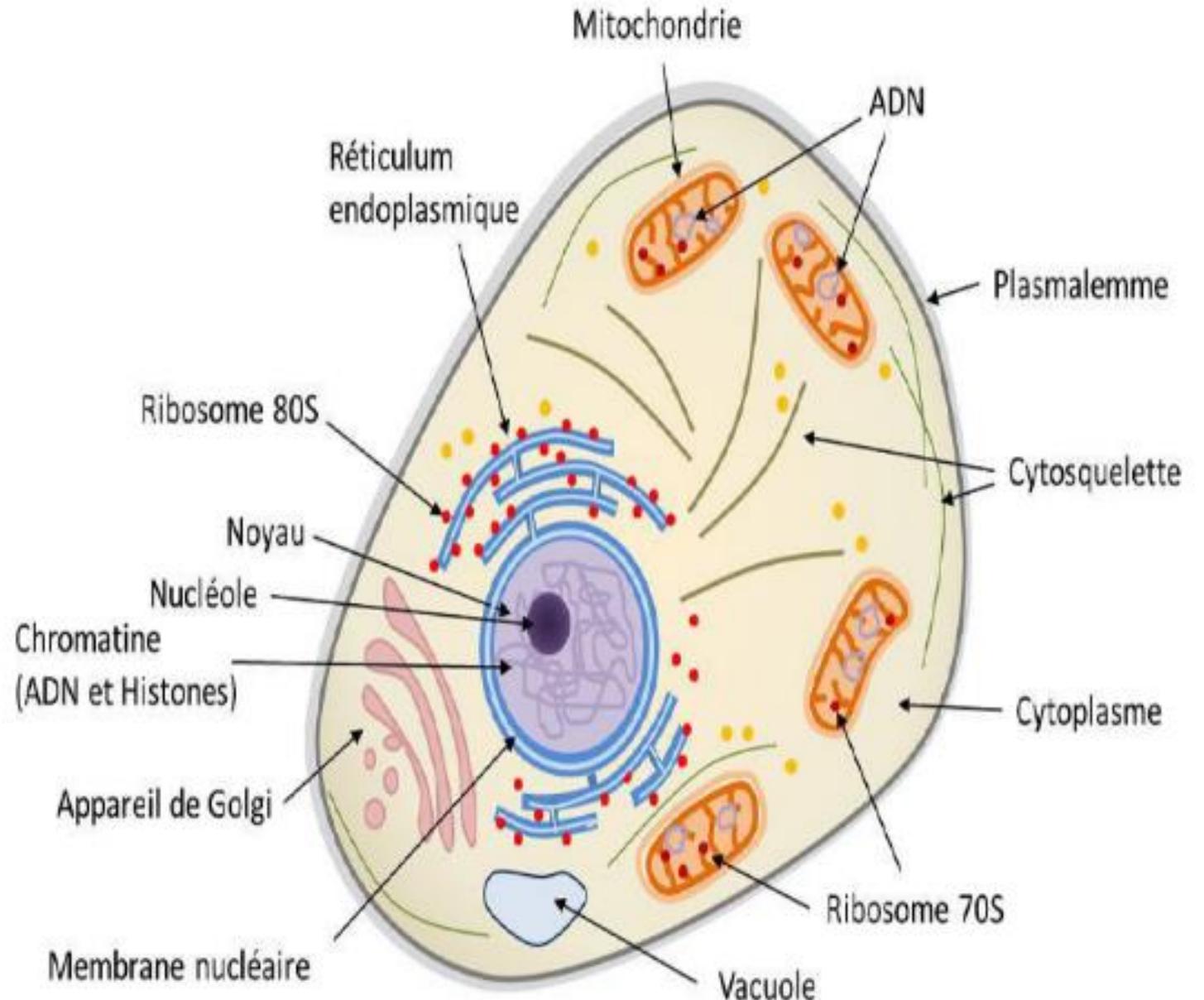
- ❖ **Taille** : Les protozoaires ont une taille comprise entre 1 et 600 $\mu$ m. Les plus petits sont les sporozoaires ainsi que certains parasites intracellulaires. Les plus grands sont les amibes qui peuvent atteindre jusqu'à 5mm.
- ❖ **Structure** : Les protozoaires possèdent tous les constituants classiques que l'on retrouve chez la cellule eucaryote (organites spécifiques)

## Plasmalemme:

C'est une **membrane lipoprotéique** mince qui joue un **rôle de protection** contre les agressions et la déshydratation durant les changements climatiques, les éventuelles pollutions et les modifications du biotope. Dans le temps ce plasmalemme se trouve dédoublé par une membrane cellulosique, calcaire, siliceuse ; il s'agit alors de test, de coque, de lorica, de loge.

Le plasmalemme règle les échanges avec le milieu extracellulaire : les gaz et les molécules solubles dans les graisses la traversent facilement ; par contre, certaines molécules solubles dans l'eau peuvent la traverser grâce à des transporteurs spécifiques.

Figure: Structure des Protozoaires



### Cytosquelette:

Le cytosquelette est constitué par des microfilaments ou des microtubules de nature protéique. L'actine (protéine constituant les microfilaments), leur confère une certaine souplesse et un rôle dans le mouvement (contraction) de la cellule.

Parfois, la cellule renferme, le long de son plus grand axe, une structure rigide, « l'axostyle » ou baguette qui est un faisceau de microtubules.

Figure: Structure des Protozoaires

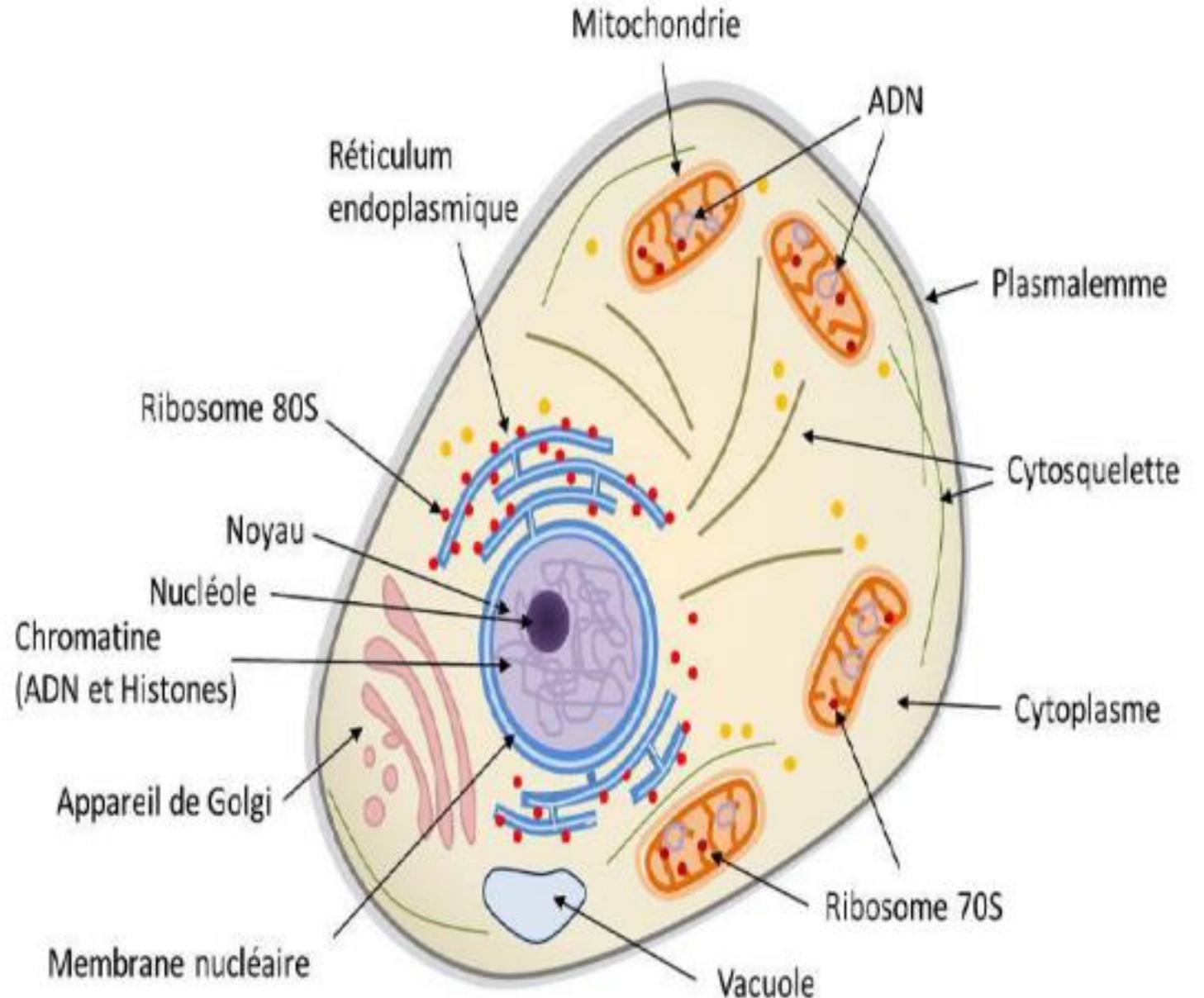
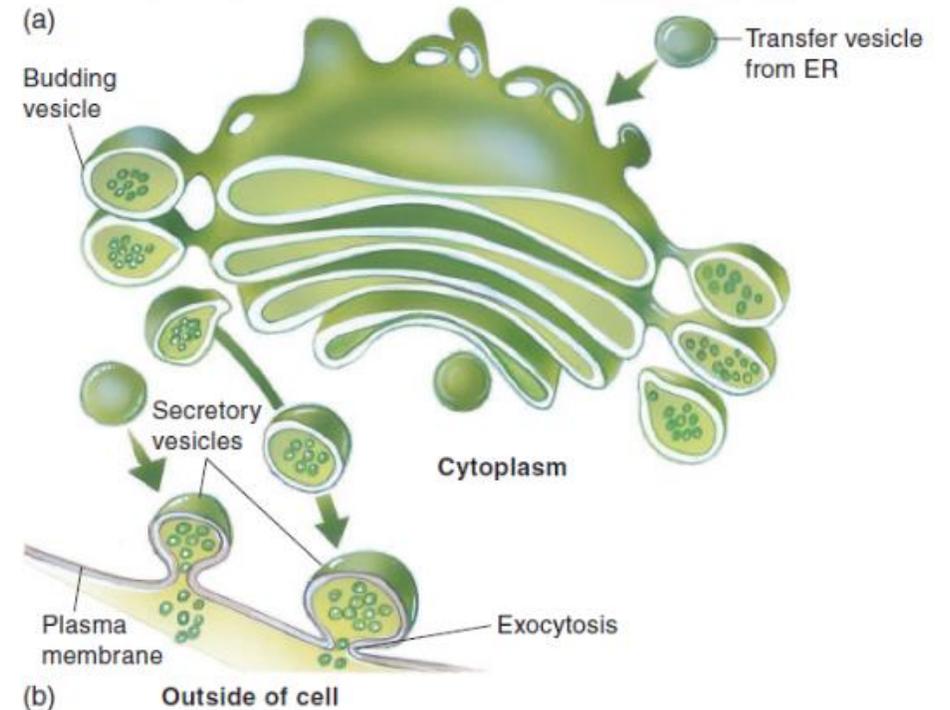
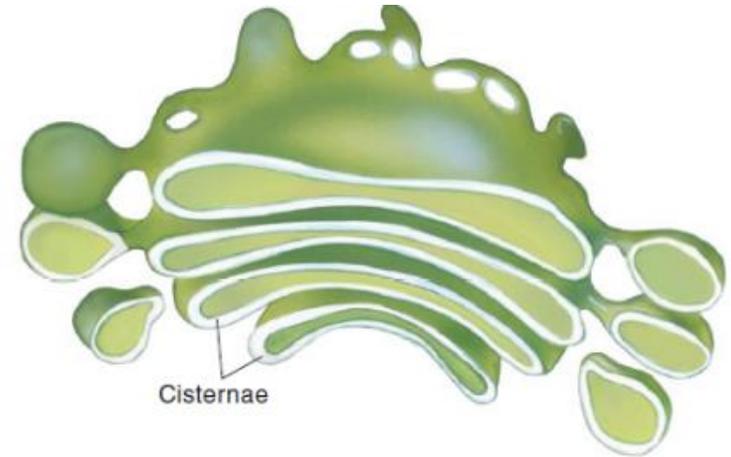
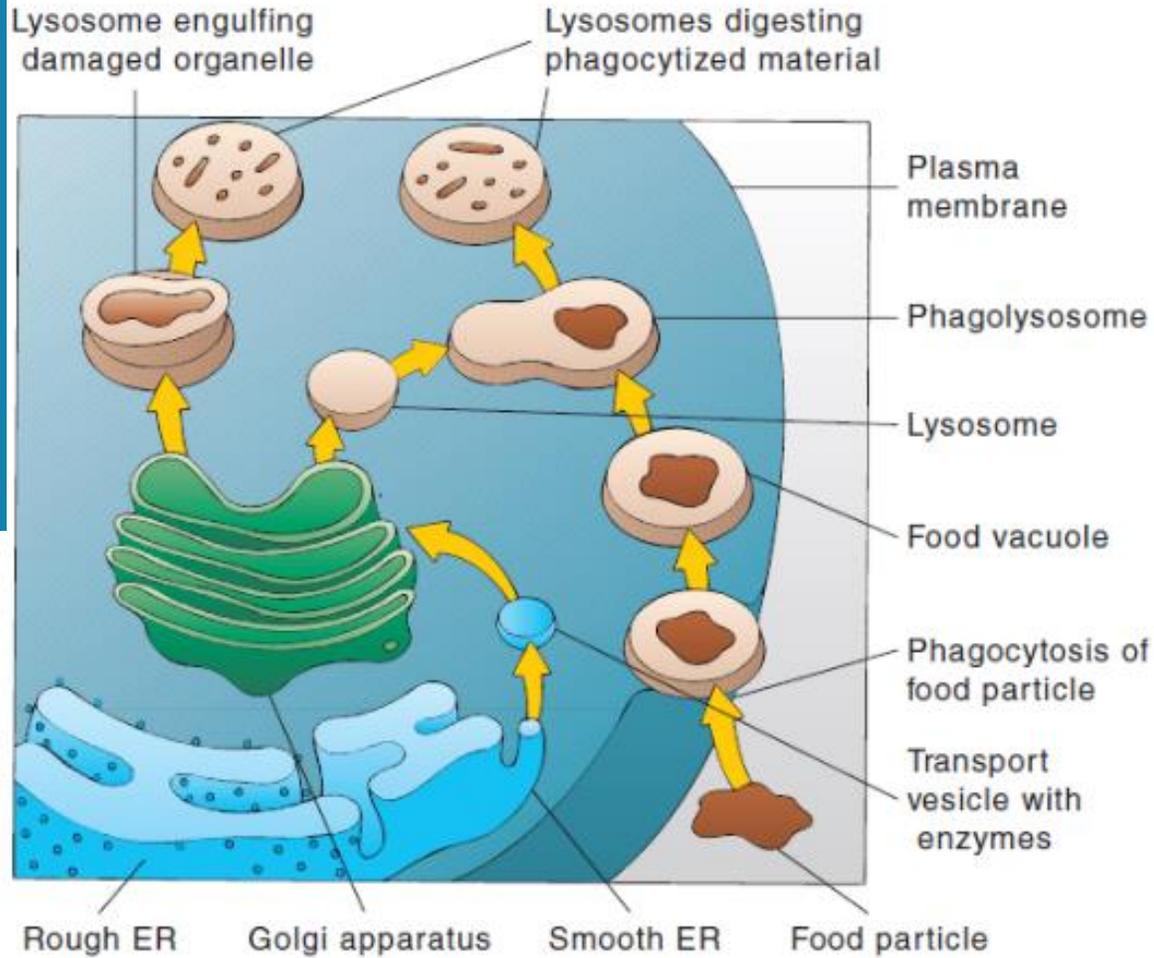


Figure: Structure des Protozoaires



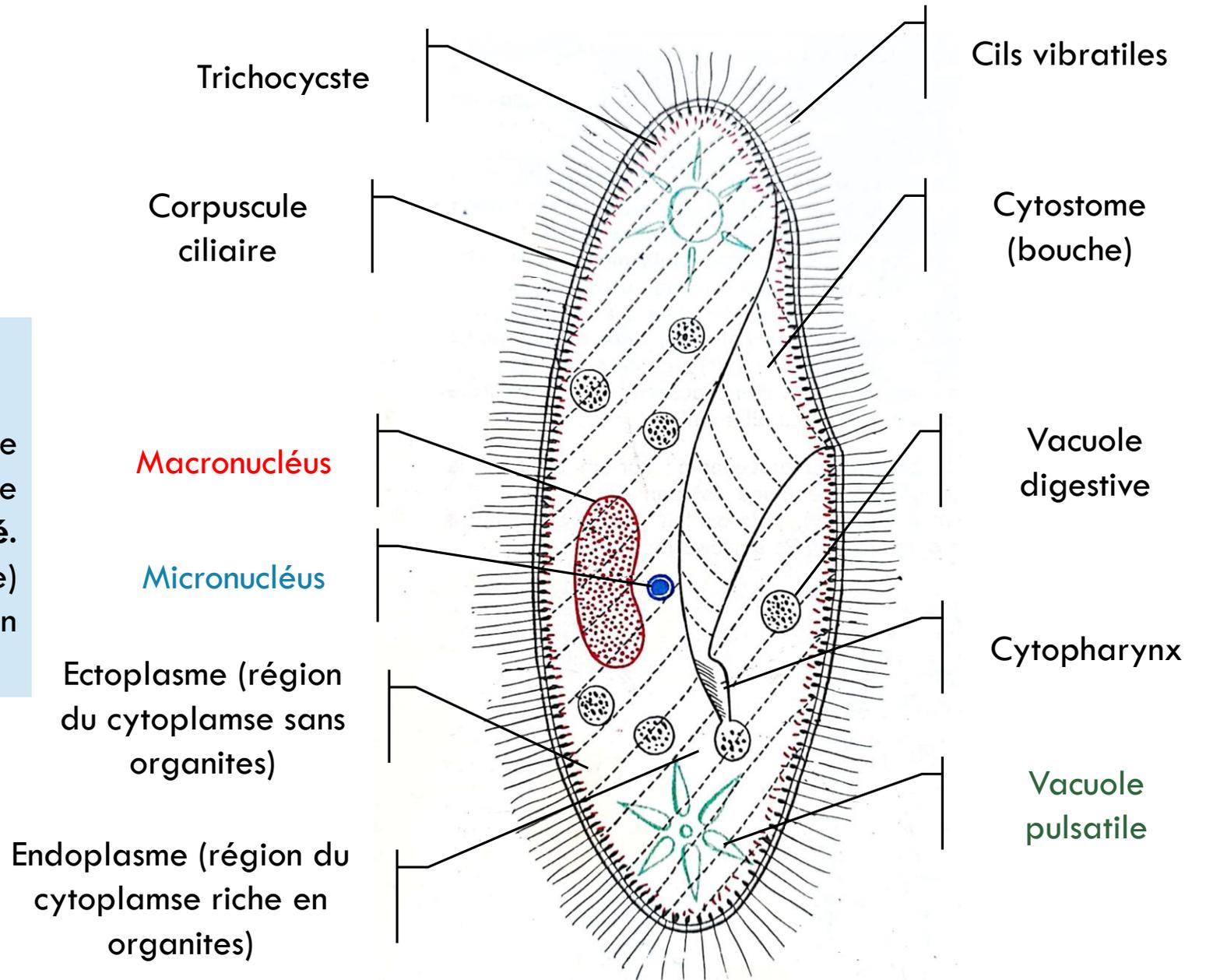
### Appareil de Golgi:

L'appareil de golgi est constitué par des empilements de saccules qui forment les dictyosomes et qui interviennent dans la sécrétion de l'emballage pour la synthèse des membranes

Figure: Schéma d'une Paramécie

**Le noyau:**

Chez les protozoaires, en phase transitoire, durant la multiplication, le noyau est souvent **plurinuécléé**. Cependant, les ciliés (ex. Paramécie) possèdent un **macronuécléus** et un **micronuécléus**

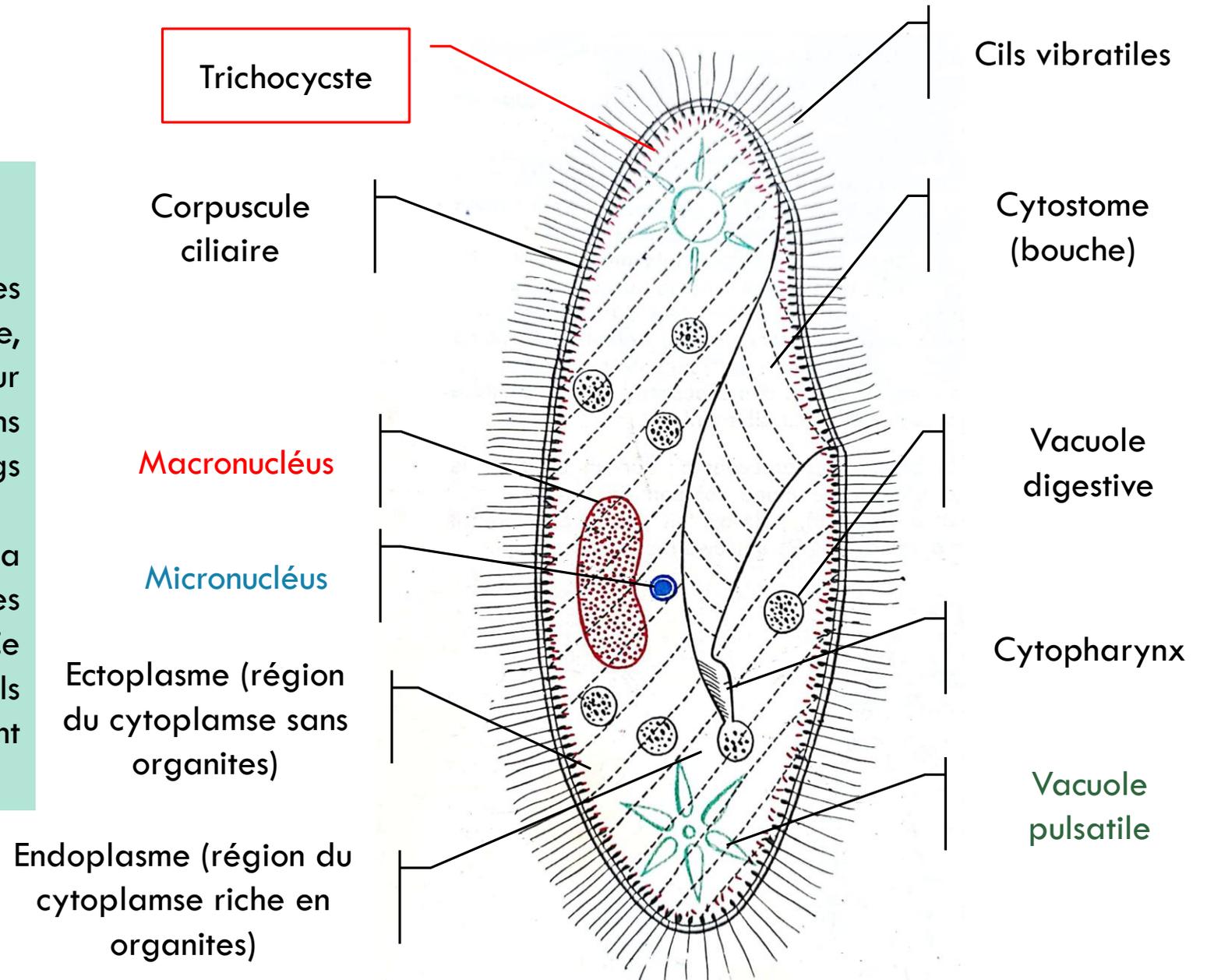


### Trichosyste:

Les trichocystes proprement dits sont des navettes fusiformes, de nature protéique, pouvant éjecter dans le milieu extérieur (sous l'action de diverses excitations chimiques ou mécaniques) de longs filaments aigus et rigide.

On les trouve chez les ciliés, à la périphérie du cytoplasme. Ce sont des dispositifs de défense et d'attaque. Ce sont des petits dards gorgés de toxine. Ils jaillissent à l'extrémité d'un petit filament pour tuer ou paralyser les proies.

Figure: Schéma d'une Paramécie



# TRICHOSYSTES



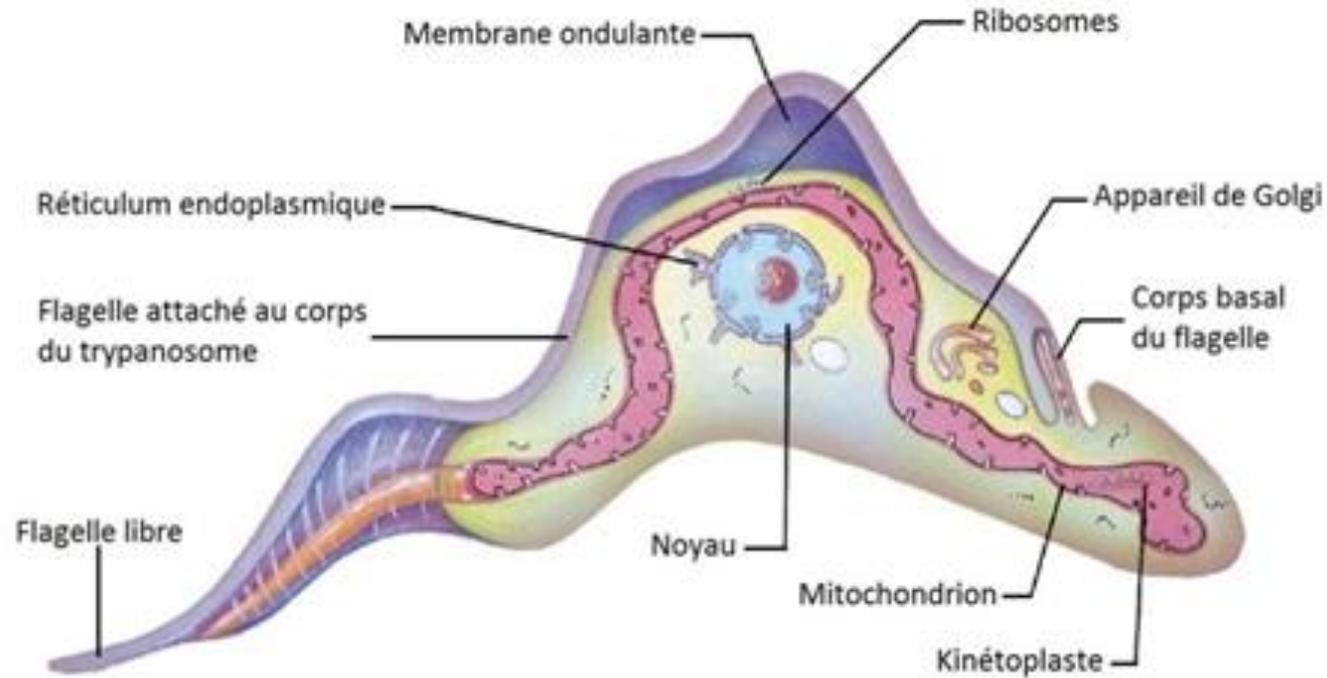


Figure: Structure d'un flagellé

### Cils et flagelles:

Les cils et flagelles des protozoaires ont la même structure que ceux des cellules de métazoaires (exemple : spermatozoïdes d'animaux pluricellulaires). Les cils sont courts et nombreux (5 à 15 $\mu$ m) ; les flagelles sont plus rares et longs (150 à 200 $\mu$ m).

# REPRODUCTION

Les protozoaires se multiplient le plus souvent par **voie asexuée**; certains recourent régulièrement dans certaines conditions du milieu à la reproduction sexuée, avec parfois des cycles où alternent de manière régulière des phases de multiplication asexuée et des phases de multiplication sexuée.

# REPRODUCTION

**1. Multiplication asexuée (agamogonie):** c'est le mode le plus fréquent:

**1.A) Division binaire:** une seule mitose qui aboutit à la division de l'individu en deux individus fils.

Division longitudinale → Mastigophora

Division transversale → Ciliophora

**1.B) Division multiple (schizogonie):** elle fait suite à plusieurs mitoses donnant naissance à des plasmodes ou schizontes multinulées, suivi d'un découpage de ce plasmode formant ainsi plusieurs individus uninuclées ou schizozoïtes (ex: Sporozoa).

**1.C) Bourgeonnement (gemmiparité):** Il y a apparition à la surface cellulaire d'un bourgeon exogène, suivie d'une division nucléaire, capable de constituer un individu complet qui se détache de l'individu souche. C'est une fission binaire inégale.

Paramécie mère



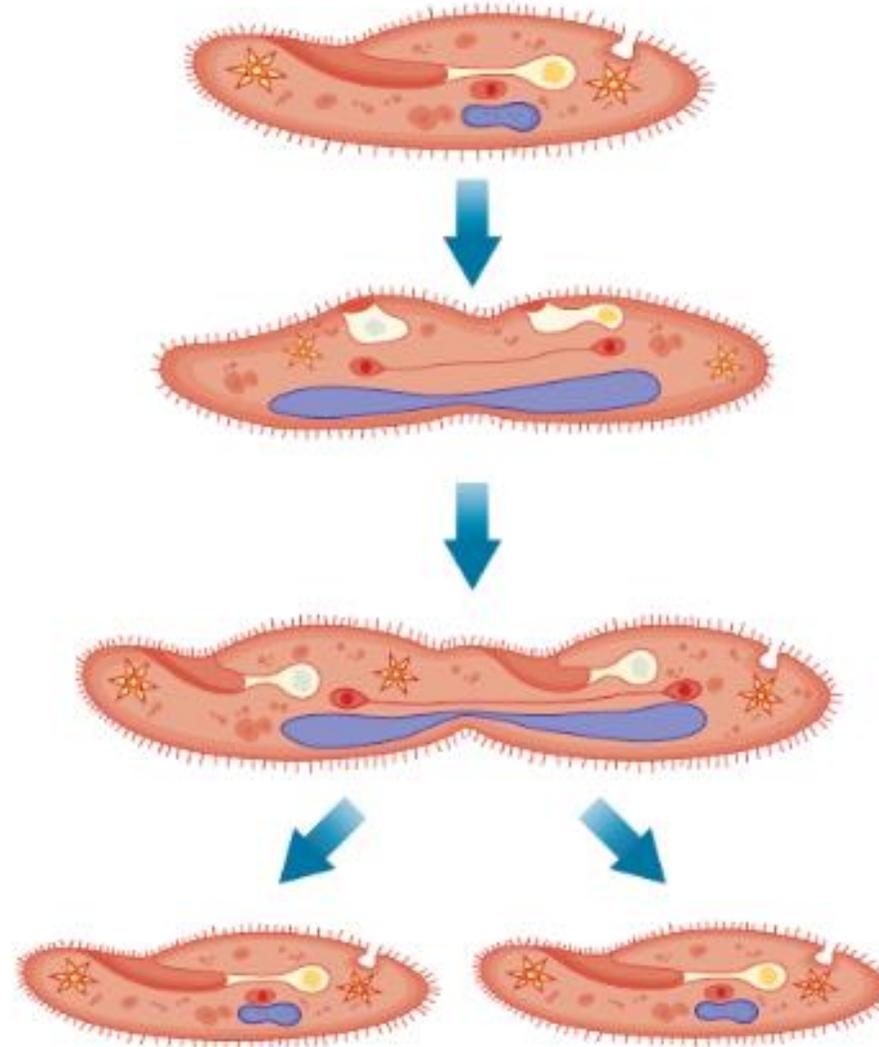
Allongement du macronucléus  
Début de la division micronucléaire



Le macronucléus se sépare en deux  
Division micronucléaire complétée



Paramecium fille



Division binaire chez la Paramécie

# REPRODUCTION

Caryogamie: Fusion des noyaux survenant le plus souvent entre deux gamètes mâle et femelle lors de la fécondation.

## 2. Reproduction sexuée (gamogonie):

C'est la fusion de 2 gamètes (mâle et femelle) haploïdes qui engendre un œuf ou zygote (copula diploïde). Celui-ci subira une méiose pour passer à l'état haploïde.

La caryogamie et la méiose déterminent les deux phases haploïdes et diploïdes.

La caryogamie est l'union des gamètes ou fécondation qui donne un œuf diploïde, le développement de cet œuf donne un individu à  $2n$  chromosomes (diplonte).

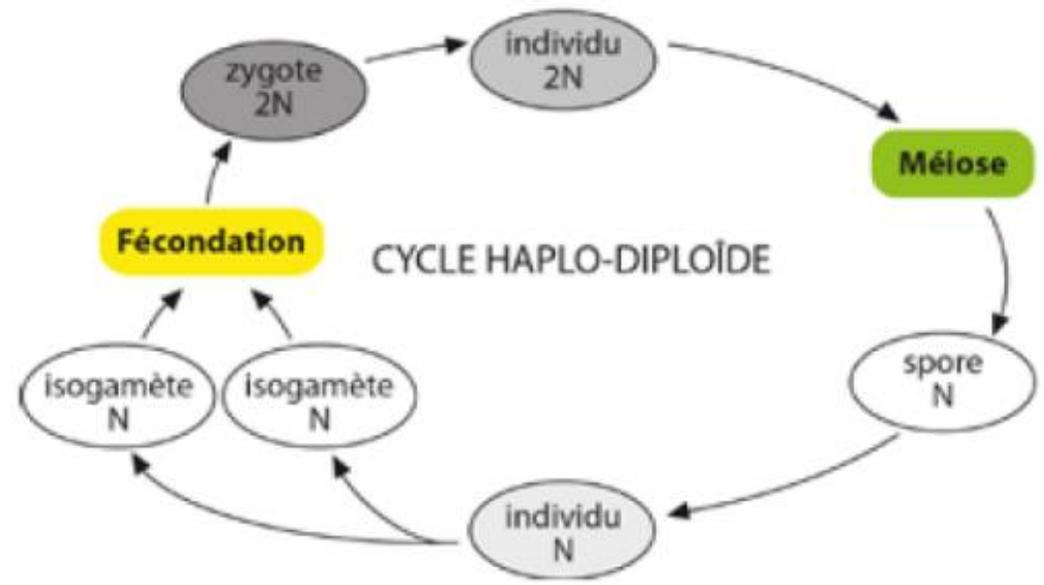
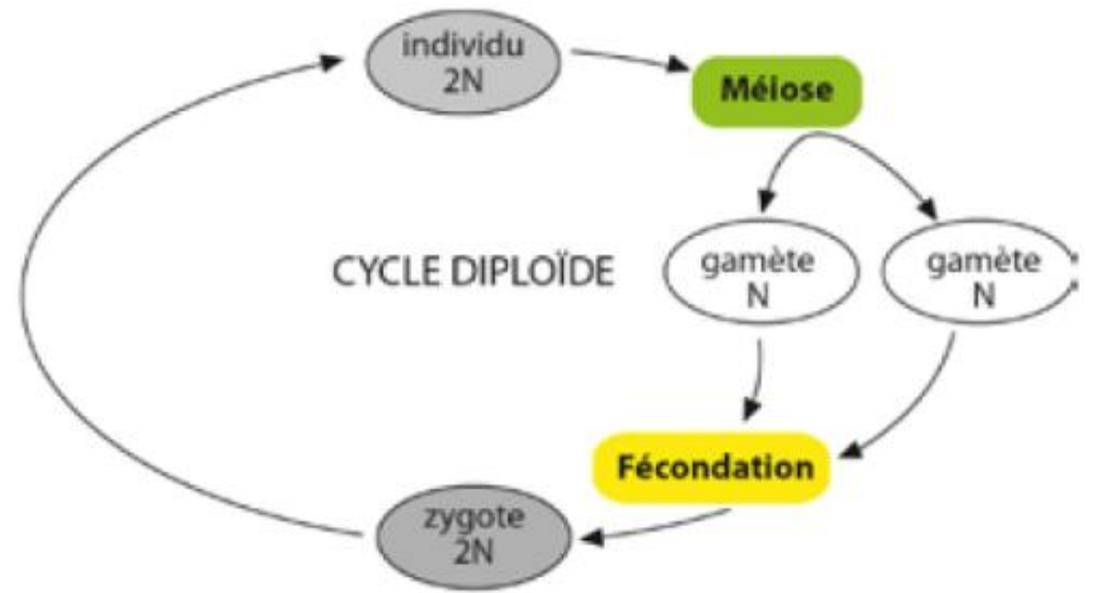
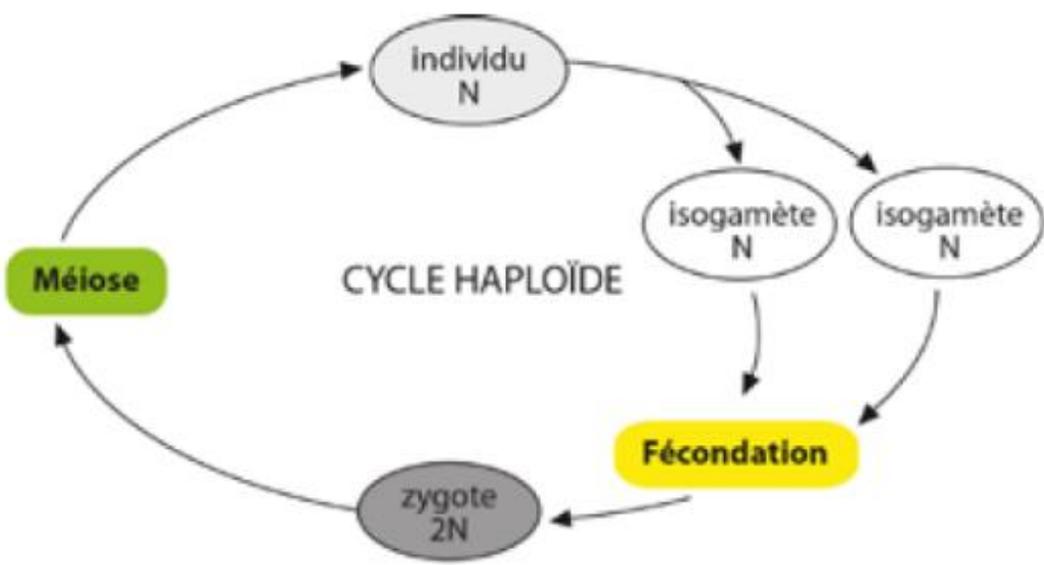
La méiose réalise le passage de l'état diploïde à l'état haploïde et donne des individus à  $n$  chromosomes (haplonte)

# CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

Le déroulement des cycles de reproduction des protozoaires peut se présenter sous plusieurs formes.

Il existe chez les protozoaires trois types de cycle:

- **cycle haplobiontique** : les protozoaires n'existent qu'à l'état haploïde; seul le zygote est diploïde et subit immédiatement la méiose (ex: Sporozoaires).
- **cycle diplobiontique** : Dans ce cycle comparable à ceux des métazoaires, les individus sont diploïdes (diplontes) et la méiose s'effectue au cours de la gamétogenèse (ex: Ciliés).
- **cycle haplo-diplobiontique**: les phases haploïdes et diploïdes correspondent à des générations distinctes susceptibles de représenter des phénomènes de multiplication asexuée. La méiose s'effectue au cours du dernier cycle mitotique du diplonte (ex: Foraminifères).



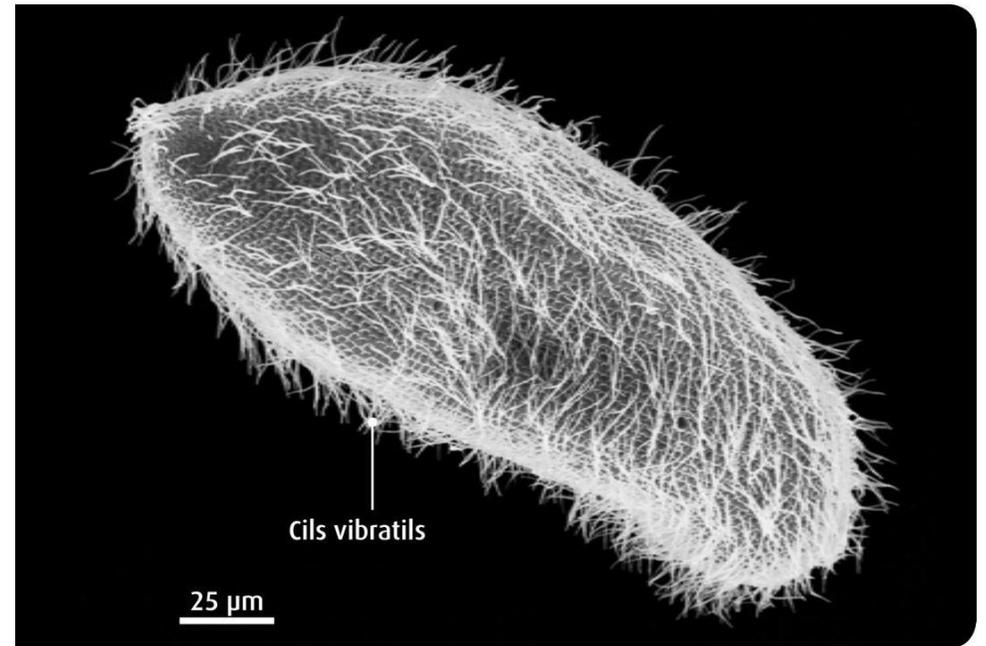
# ENKYSTEMENT

C'est une forme de résistance à certaines conditions défavorables du milieu extérieur (dessiccation, changement de température et de pH, diminution de la quantité de nourriture, pollution).

Le protozoaire devient sphérique, accumule des réserves et s'entour d'une coque résistante.

# DISTRIBUTION ET ÉCOLOGIE

Les Protozoaires sont généralement **cosmopolites** et peuplent les milieux les plus divers car la vie protozoaire est présente sous tous les climats et dans tous les habitats : Eaux douces stagnantes ou courantes, eaux saumâtres, salées et sur-salées, tourbières, mousses et sphaignes (dans la mince couche d'eau qui entoure la plante) et même la terre humide, voire sèche. A cause de leur membrane nue, les protozoaires ne se retrouvent que dans les habitats humides ou aquatiques comme les océans, les lacs ou le sol. Ceux qui vivent dans le sol exploitent les micro habitats humides retrouvés entre les granules.



© Belin Éducation/Humensis, 2019 SVT 2de  
© Dennis Kunkel Microscopy/SPL/Cosmos

Fig. Paramécie observée au MEB (microscope électronique à balayage)

# DISTRIBUTION ET ÉCOLOGIE

Malgré la simplicité de leur organisation, on les retrouve:

- **A l'état libre** (en milieu aqueux ou humide).
- Comme **parasite** (maladie).
- Comme **symbiote**.

La modification d'un plan structural de base, en vue de rendre les protozoaires capables d'occuper tous les habitats et de nombreux modes de vie est appelée **radiation adaptative**. Cette radiation adaptative permet de réduire la compétition entre des animaux semblables à l'origine, ce qui permet l'accroissement de la diversité et rendre leurs utilités dans les domaines du vivant : Décomposition et minéralisation, épuration des eaux, fermentation.

# ASSOCIATION AVEC D'AUTRES ORGANISMES

## 1. Mutualisme et symbiose:

Les protozoaires sont capables de digérer la cellulose alors que les mammifères en sont incapables. La digestion de cette matière se fait donc dans un estomac compartimenté en quatre chambres digestives (panse, bonnet, feuillet, caillette). La panse est la chambre de fermentation. Chez le bœuf, elle peut atteindre 250 litres. On y trouve  $10^{11}$  bactéries/mL et  $10^6$  ciliés/mL. Les bactéries digèrent aussi la lignine. Les protozoaires sont anaérobies.

Les ciliés phagocytent la lignine mais aussi les bactéries. Le **bœuf digère de grandes quantités de ciliés et de bactéries.**

On considère qu'un bœuf digère 1kg à 1,5kg de bactéries et de ciliés par jour.

Les ruminants sont un groupe prospère : leur réussite est sans doute liée à cette association symbiotique.

# ASSOCIATION AVEC D'AUTRES ORGANISMES

## 2. Le parasitisme (chez les flagellés):

### Exemple des Trypanosomides :



Ils s'attaquent à l'Homme et au bétail. Certains se développent dans les parties antérieures du tube digestif d'un insecte piqueur. C'est le cas de *Trypanosoma brucei gambiense* et de *Trypanosoma brucei rhodesiense*. Ils provoquent la **maladie du sommeil**. Ils sont transmis par la **mouche tsé-tsé** ou Glossine. La transmission se fait par piqûre.

Le trypanosome peut vivre aussi chez des mammifères sans les inquiéter (**porteurs sains**) tels les antilopes et les porcs : ce sont des **réservoirs à virus**.

Exemple de *Leishmania aethiopica*. Ce dernier est transmis par un petit moustique. Ses « réservoirs à virus » sont les chiens et les rongeurs. Quand l'Homme est piqué, le flagellé pullule au point d'inoculation. Altération cutanée (le bouton d'orient) qui laisse des traces indélébiles. On trouve ce parasite en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.

# SYSTÉMATIQUE

## 2. SYSTÉMATIQUE

Les critères de classification sont basés sur:

- Le type d'appareil locomoteur
- Le type du cycle de développement

On distingue 7 phylums/embranchements :

- **Sarcomastigophora,**
  - **Apicomplexa,**
  - **Ciliophora,**
  - **Myxozoa,**
- Les plus représentatifs
- Acetospora, Microscopra et Labyrinthomorpha.

La classification des protozoaires a subi de nombreux remaniements ces dernières années. Toutefois, il est intéressant de savoir que la systématique et la phylogénèse des protozoaires n'est pas encore unifiée.

Critères de différenciation:

- Nature de l'appareil locomoteur
- Cycle de développement

## 2.1. EMBRANCHEMENT DES SARCOMASTIGOPHORA

Les Sarcomastigophores (sarodes=charnu, mastigos=fouet, phoros=qui porte) comprennent les amibes et les Flagellés qui se déplacent à l'aide de mouvements amiboïdes ou à l'aide d'un flagelle.

Une **amibe** est un être vivant unicellulaire eucaryote appartenant au groupe des rhizopodes. les amibes sont des protozoaires hétérotrophes : elles capturent d'autres organismes pour se nourrir par phagocytose.



## 2.1.1. SOUS EMBRANCHEMENT DES FLAGELLÉS

Les **Flagellés** (appelés aussi **Mastigophora**) se caractérisent par la présence d'un **appareil locomoteur** au moins pendant une partie de leur vie. Au cours de leurs cycles, il n'y a pas de spores. La reproduction sexuée est rare. Ce groupe est divisé en quatre classes :

- CI Choanoflagellés ou choanomonadés,
- CI Kinétoplastides,
- CI Trichomonadine
- CI Diplomonadines

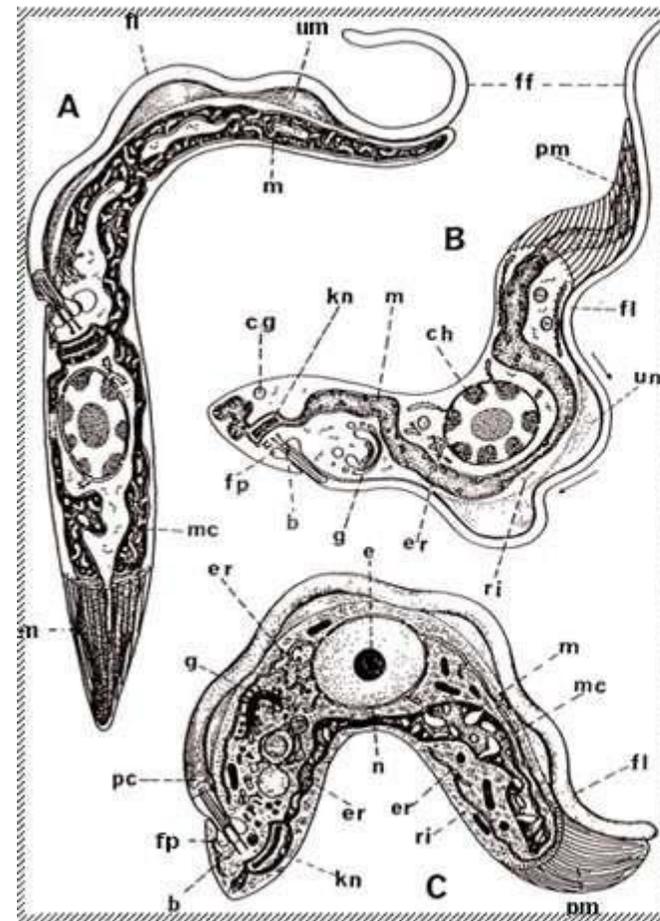


Schéma de l'ultrastructure des trypanosomes (révélée par microscopie électronique).

A. *Trypanosoma brucei*, forme épimastigote de glandes salivaires de glossine;

B. *T. brucei*, forme trypomastigote dans la circulation sanguine;

C. *T. congolense*, forme trypomastigote dans la circulation sanguine.

**Légende:**

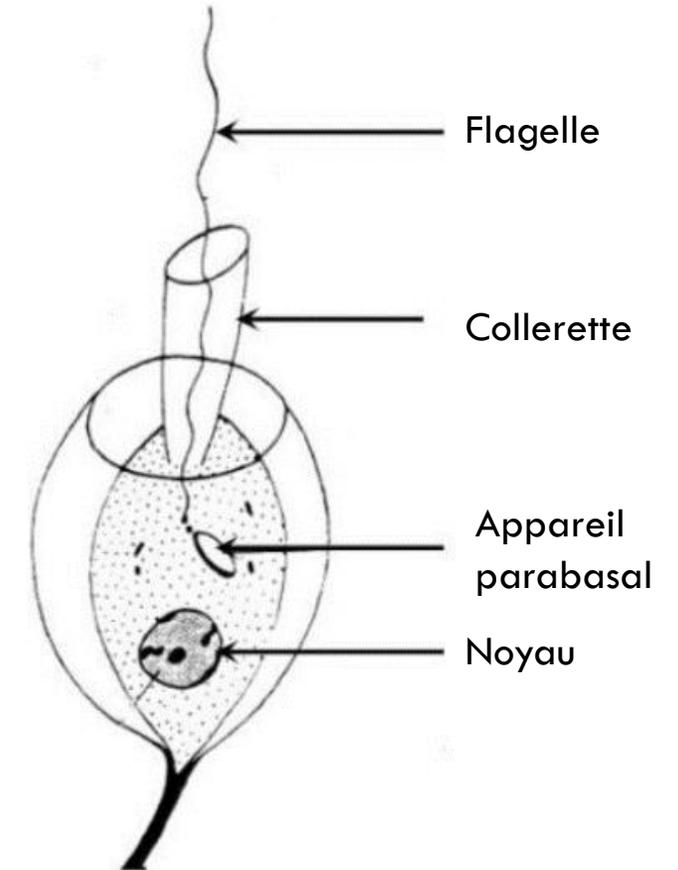
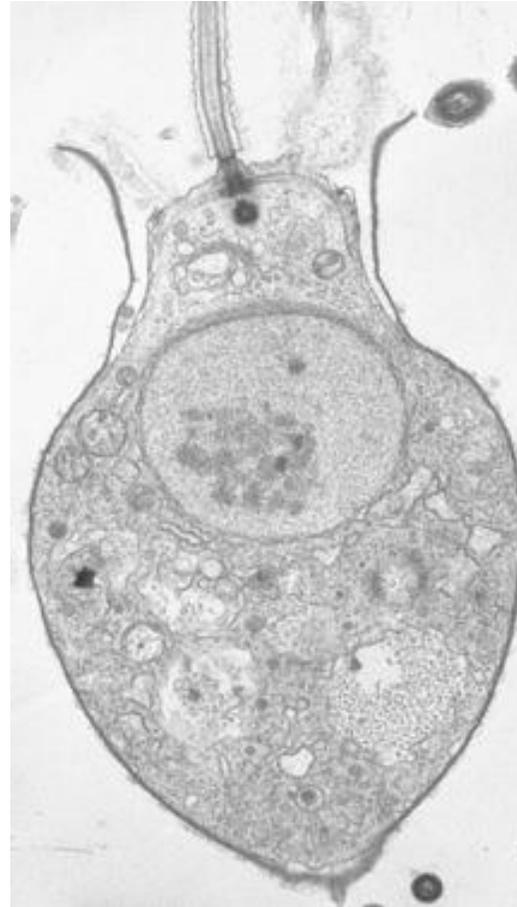
b. Corps basal,  
 eg. Granule cytoplasmique,  
 ch. Chromatine,  
 e. Endosome (=karyosome),  
 er. Réticulum endoplasmique,  
 ff. Flagelle libre,  
 fi. Flagelle attaché,  
 fp. Poche flagellaire,  
 g. Appareil de Golgi,  
 kn. Kinétoplaste,  
 m. Mitochondrie,  
 me. Crêtes mitochondriales,  
 n. noyau,  
 pc. Corde paraxiale (axe du flagelle),  
 pm. Microtubules sub-pelliculaires,  
 ri. Ribosomes,  
 um. Membrane ondulante.

(D'après Vickerman 1969,1970.)

# A) CLASSE DES CHOANOFLAGELLÉS OU CHOANOMONADÉS

C'est des zooflagellés (un seul flagelle) aquatiques libres (eaux douces et salées). Pourvus d'une collerette ou entonnoir qui se trouve autour de la base de leur flagelle qui constitue un organe de préhension des proies (Bactéries).

Ils se reproduisent par **division longitudinale**.

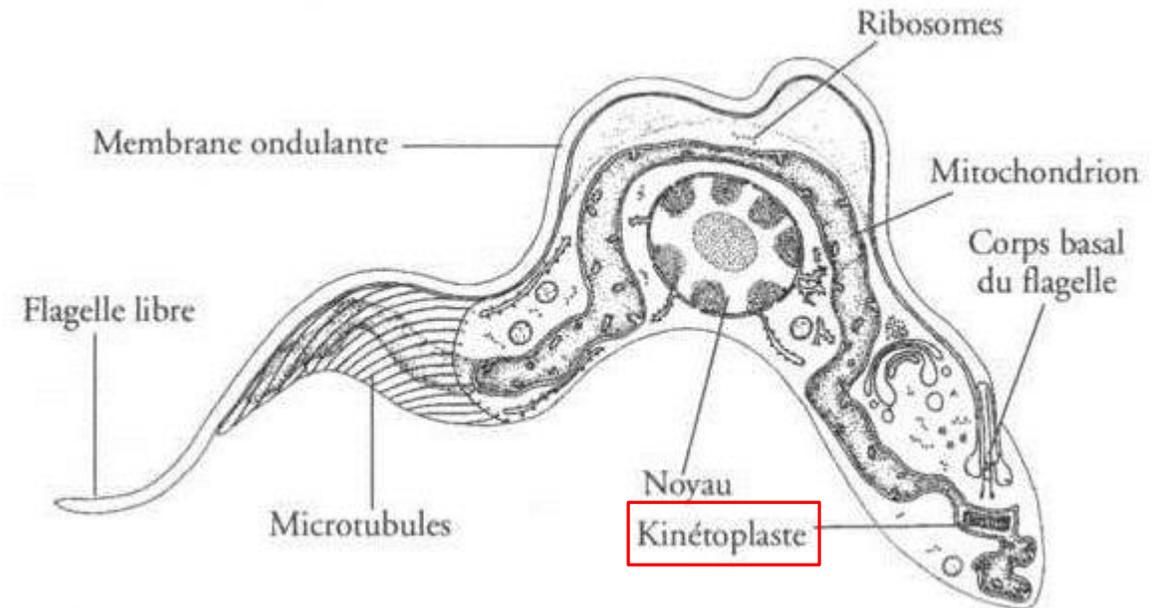


Choanoflagellés

## B) CLASSE DES KINÉTOPLASTIDES

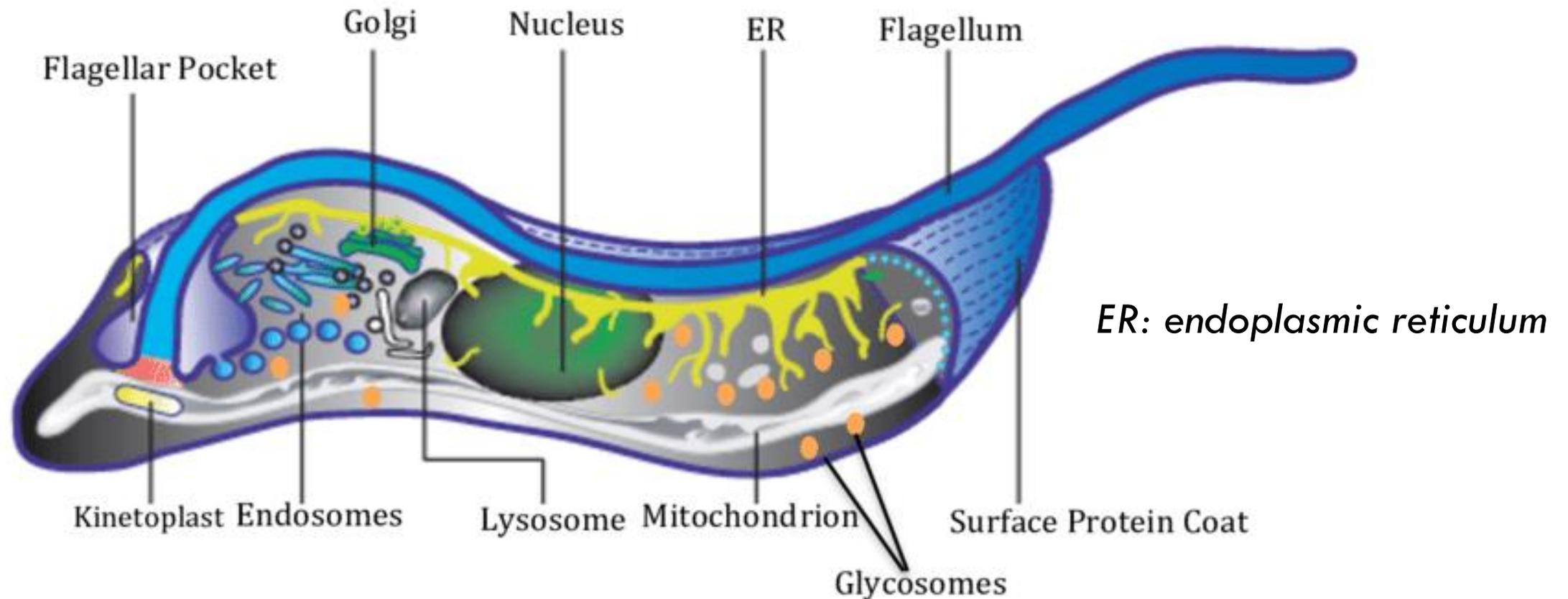
C'est des organismes hétérotrophes. Ils n'ont qu'une seule mitochondrie très volumineuse qui contient le **kinétoplaste** formé par de l'ADN (assez abondant, jusqu'à 20 % de l'ADN cellulaire).

Le **kinétoplaste** est en général à la base du flagelle. C'est le prolongement d'une mitochondrie et comportant de l'ADN.



C'est des **parasites d'êtres humains** qui causent des diarrhées.

# SCHÉMA D'UN KINÉTOPLASTIDES



Représentation schématique *Trypanosoma brucei*

## B) CLASSE DES KINÉTOPLASTIDES

*Trypanosoma sp*



Deux ordres constituent cette classe :

- **Trypanosomidés:** ont un seul flagelle, sont tous parasites et sont transmis par des animaux hématophages : moustiques, tiques, punaises, sangsues, etc.

Ex1: *T. gambiense* cause la maladie du sommeil (vecteur : glossine ou mouche tsé-tsé) ;

Ex2: *T. equiperdum* provoque la syphilis équine ou dourine (transmission vénérienne).

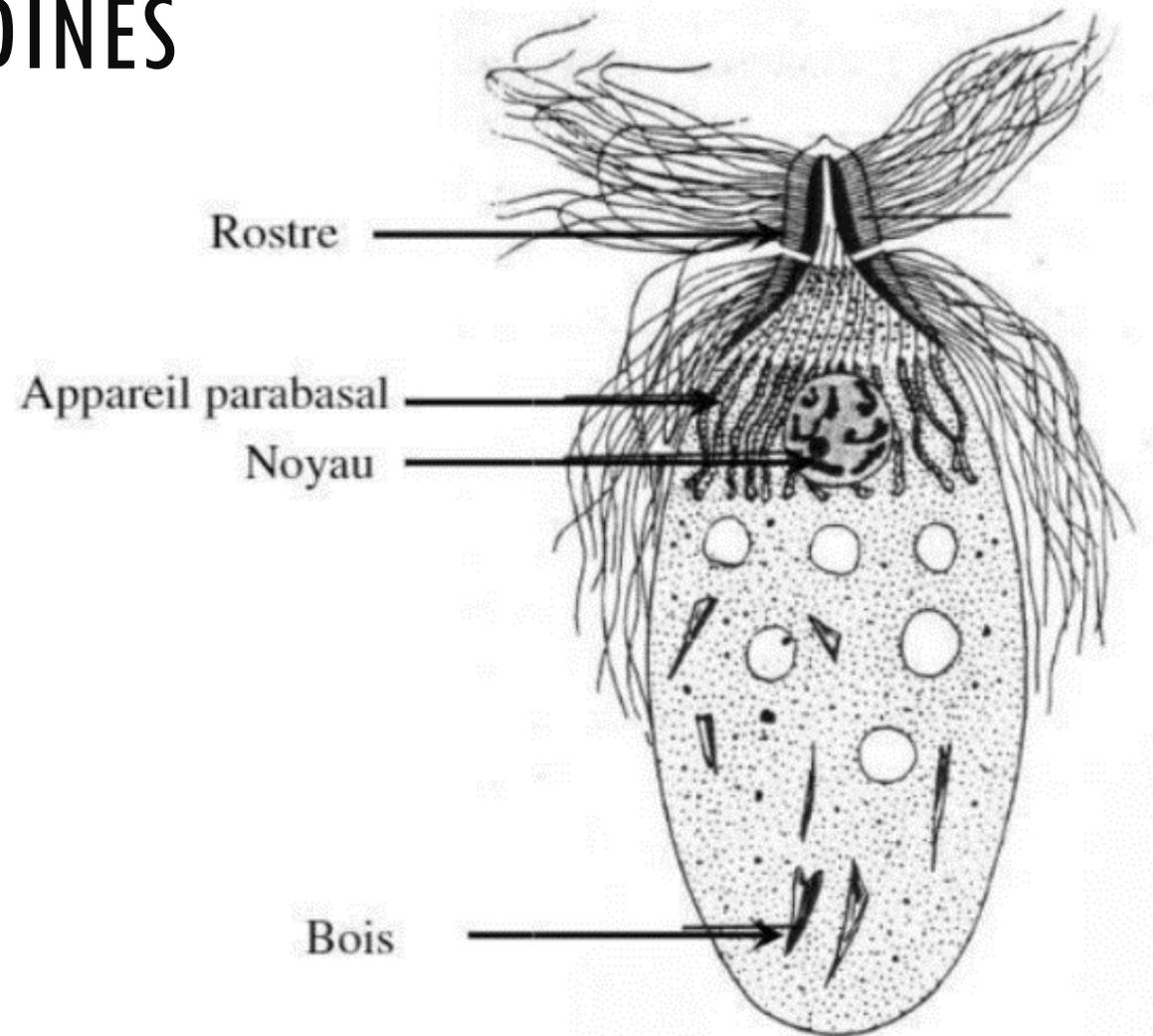
Ex3: Le genre *Leishmania* envahit les tissus des mammifères provoquant des leishmanioses cutanées (bouton d'Orient) ou viscérales (Kalazar);

- **Bodonidés:** possèdent deux flagelles. Certains sont indépendants (*Bodo*, *Cephalothamnium*), d'autres sont parasites (*Ichthyobodo*, *Cryptobia*).

## C) CLASSE DES TRICHOMONADINES

L'ordre des Trichomonadida sont généralement **parasites**. Certains genres, tel que Les Trichomonadines (*Trichomonas*) vivent en **symbiotes** dans le tube digestif des insectes mangeurs de bois (termites, blattes).

Certaines formes parasites régressent au point de ne plus porter qu'un flagelle (*Histomonas*, parasite des tissus du dindon).



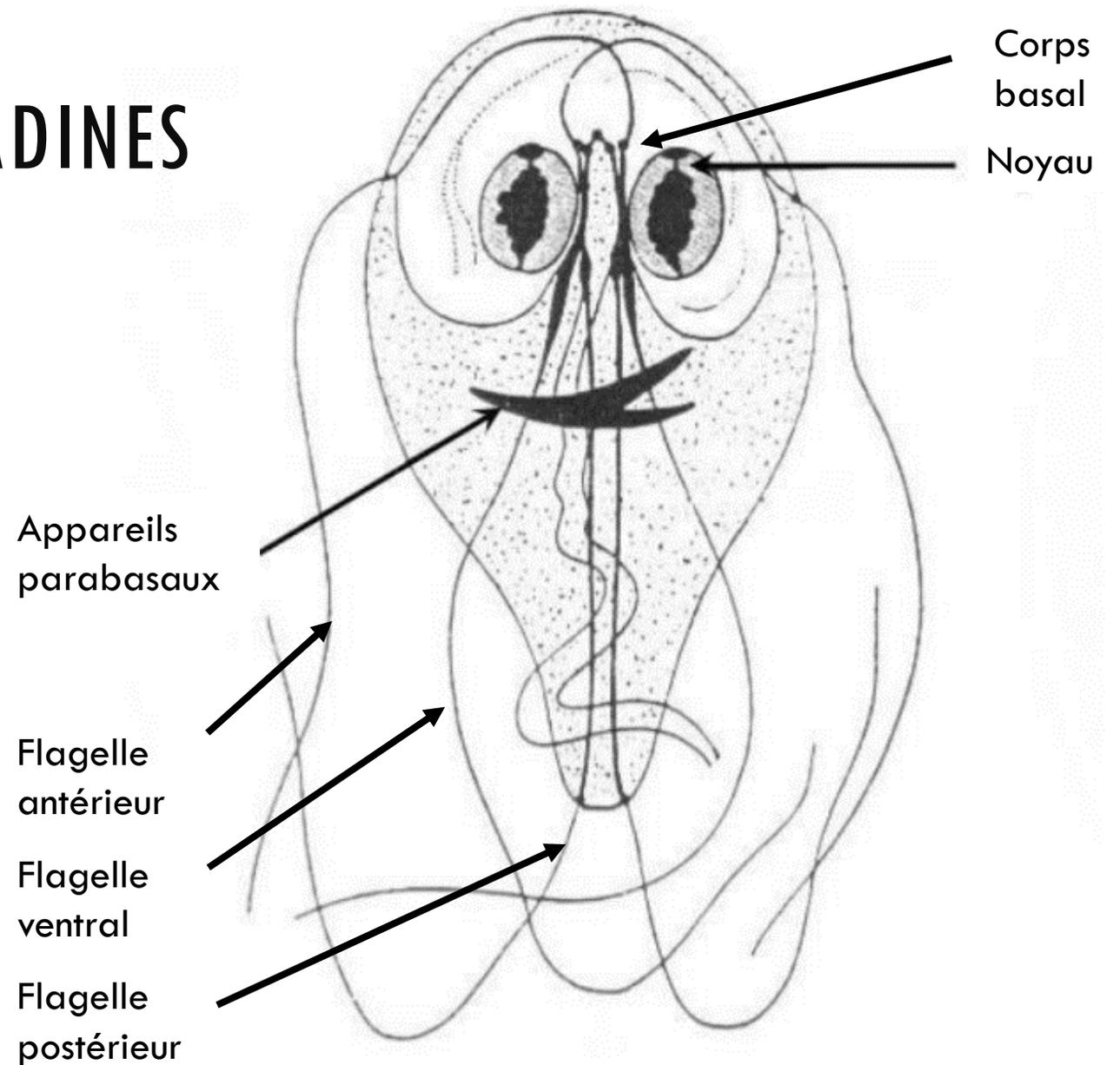
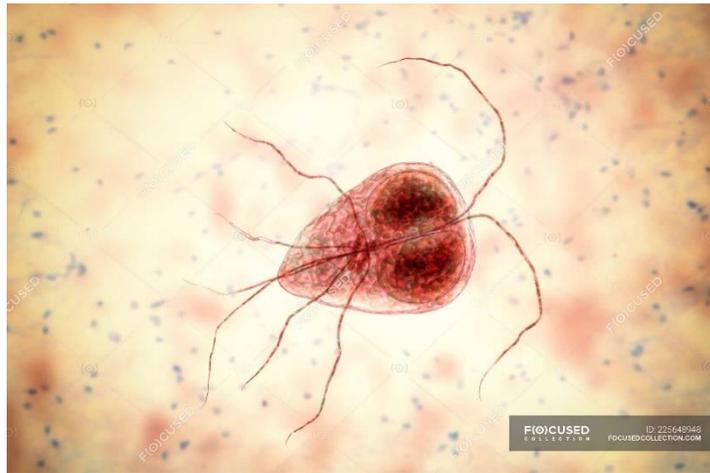
Trichonymphine à plusieurs flagelles

*Trypionympha agilis*



## D) CLASSE DES DIPLOMONADINES

Zooflagellés de petites tailles libres ou parasites, possèdent des organites doubles disposés de façon symétrique.



Diplomonadine du genre *Giardia*

## D) CLASSE DES DIPLOMONADINES

Les diplomonades (*Diplomonadida*), diplomonadines ou trépomonades sont des organismes unicellulaires pourvus de 2 noyaux et de 8 flagelles. Ils ne possèdent ni plaste, ni appareil de Golgi. Cependant ils possèdent une mitochondrie modifiée appelée **mitosome**. Ils sont soit **parasites** du tube digestif d'animaux comme les sangsues et les vertébrés, soit **libres** dans les eaux douces riches en matières organiques.

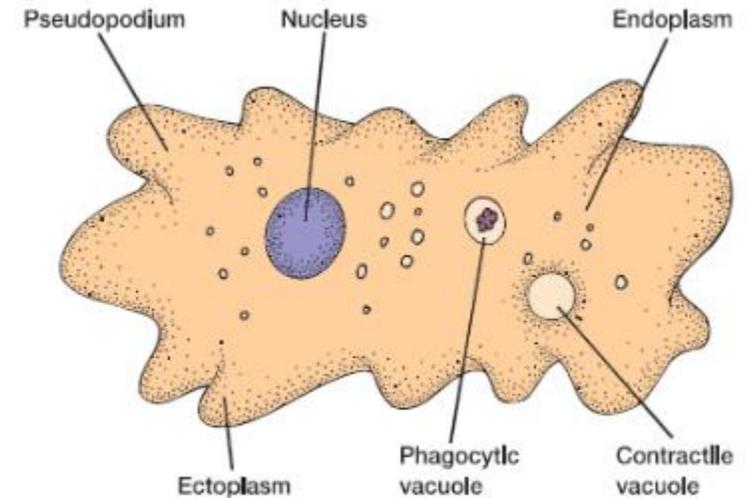
La plupart habitent le tube digestif des animaux mais certaines espèces de *Trepomonas* ou d'*Hexamita* sont des formes libres vivant en milieu anaérobie comme les sédiments. Certaines d'entre elles comme *Giardia intestinalis* est responsable d'infections intestinales chez les humains et les animaux domestiques.



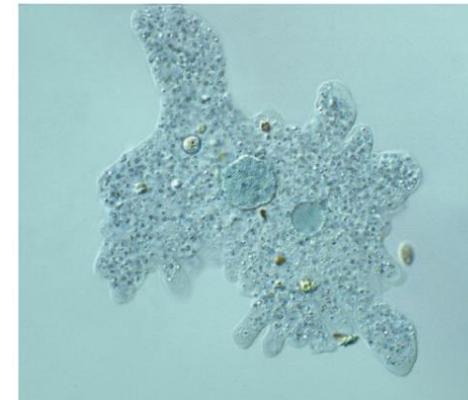
## 2.1.2. SOUS-EMBRANCHEMENT DES RHIZOPODES

Ce sont des protozoaires connus sous le nom d'**Amibes**. Ils sont dépourvus de cils ou de flagelles et se caractérisent par leur propriété d'émettre, pour se déplacer et se nourrir, des expansions cytoplasmiques appelées : **pseudopodes** qui peuvent se présenter sous divers aspects (Classes) : lobés (lobopodes), filiformes (filopodes) ou réticulés (réticulopodes).

Certains Rhizopodes sont **libres** (eau de mer, eau douce, terre humide), d'autres sont **parasites**. L'une des importantes Classes de ce groupe c'est la **Classe des Amibiens** qui est subdivisée à son tour en trois Ordres : [O] Gymnamoebiens ; [O] Thécamoebiens : Ou Amibes testacées ; [O] Foraminifères : c'est des Rhizopodes marins de grande taille.



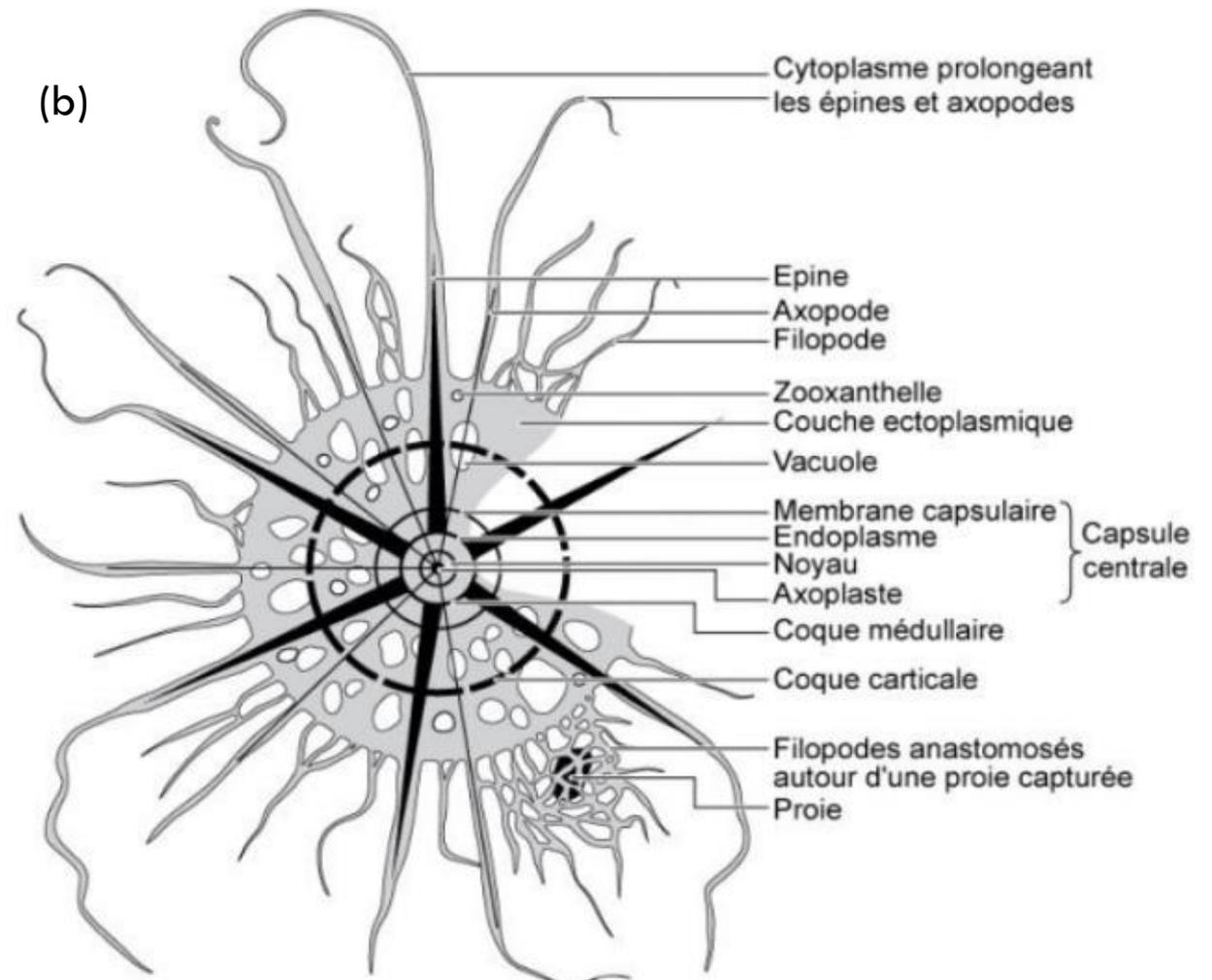
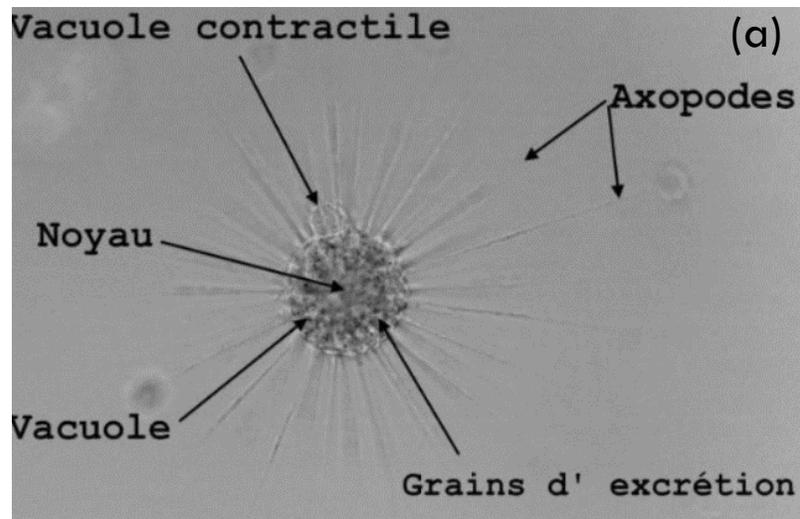
(b)



*Amoeba proteus*

## 2.1.3. SOUS-EMBRANCHEMENT DES ACTINOPODES

Ils ont des pseudopodes à disposition rayonnante, soutenus par des filaments rigides (axopode). Leur forme est généralement sphérique, se divise en trois classes : Acanthaires, Radiolaires, Héliozoaires.



Actinopodes : a) Héliozoaire ; b) Schéma d'organisation d'un Radiolaire sphérique

## 2.2. EMBRANCHEMENT DES APICOMPLEXES (SPOROZOAIRES)

C'est des organismes unicellulaires, **tous parasites de métazoaires** ; Ils n'ont pas d'appareil locomoteur, ils ne possèdent pas de flagelle sauf à certains moments du cycle vital. Ce dernier fait le plus souvent intervenir plusieurs hôtes. La présence d'un ADN chloroplastique vestigial chez certaines espèces indique que ces organismes dérivent d'un ancêtre photosynthétique. Ils sont généralement transmis par un vecteur (moustique). Exemple : *Plasmodium falciparum* (paludisme).

**Quelques maladies** : Agent de la piroplasmose (*Babesia canis*), agent de la babésiose (*Babesia divergens*), agent du paludisme (*Plasmodium falciparum*), variante de paludisme (*Plasmodium malaricæ*)

## 2.2. EMBRANCHEMENT DES APICOMPLEXES (SPOROZOAIRES)

Ces Apicomplexes se caractérisent par:

- La présence d'une **forme sporozoïte** en début de cycle ; cette forme résulte de la division par sporogonie au sein de l'oocyste,
- L'Existence d'un **complexe apical** constitué d'organelles spécialisées. Ce dernier comprend le **conoïde** (bandes spiralées de microtubules formant un cône tronqué), des fibrilles, des microtubules, des vacuoles, des anneaux polaires, des rhoptries, des micronèmes, un apicoplast et une membrane trilamellaire. Ces derniers sont utilisés pour la "gliding mobility", en sécrétant des enzymes qui permettent au parasite de pénétrer dans l'hôte.



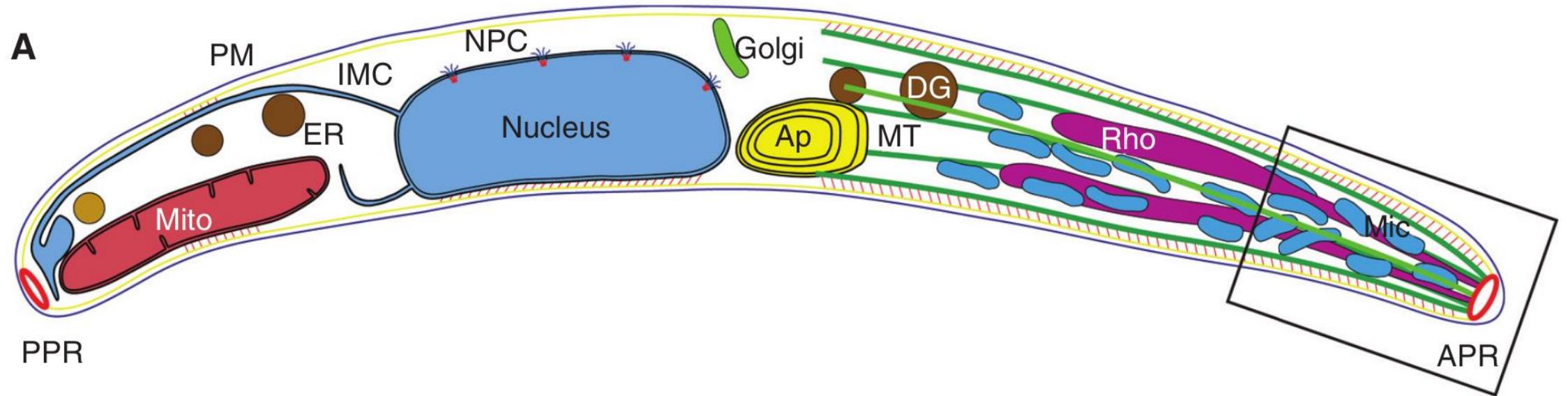


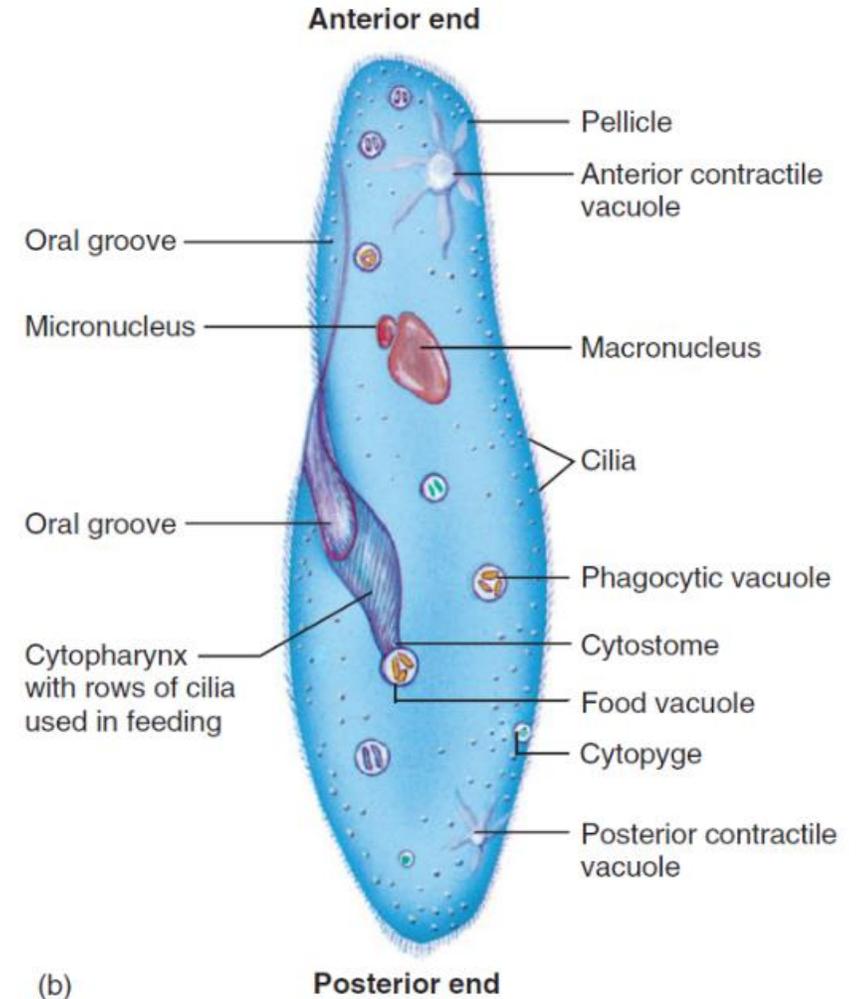
Schéma montrant la position et la taille relative des organites d'un sporozoïte de *Plasmodium*. PPR : anneau polaire proximal, Mito : mitochondrie, PM : membrane plasmique (en bleu), ER : réticulum endoplasmique, IMC : complexe membranaire interne (en jaune), NPC : complexes des pores nucléaires, Ap : apicoplaste, MT : microtubules (en vert), DG : granules denses, Rho : rhoptries, Mic : micronèmes (en bleu), APR : anneau polaire apical.

## 2.3. EMBRANCHEMENT DES CILIOPHORA (CILIÉS)

Ciliophora ou Ciliophores, ou Infusoires, ou Ciliata. C'est le groupe le plus complexe parmi les protozoaires. Ils sont porteurs de **cils vibratiles** et possèdent **2 noyaux** (macro et micronucleus). Ils présentent des **vacuoles contractiles**, et vivent en eaux douces, saumâtres ou salées. Ce sont des espèces commensales ou parasites. Ils sont en majorité hétérotrophes libres. Leur systématique est basée sur :

- les **caractères de la ciliature** et ;
- la **position du cystotome**.

La multiplication asexuée s'effectue par division binaire transversale tandis que la reproduction sexuée se déroule par un mode de fécondation caractéristique appelé conjugaison.



## 2.3. EMBRANCHEMENT DES CILIOPHORA (CILIÉS)

Ils présentent divers modes de vie : libre (paramécie), fixé par un pédoncule, symbiote, parasites (peu nombreux).

La classification des Ciliés repose, entre autre, sur la dimension et la disposition des cils vibratiles. Nous distinguons:

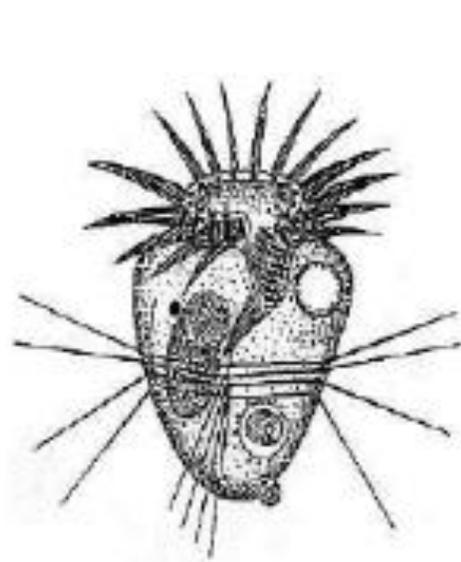
- ❖ **Holotriches** : corps entièrement recouvert de cils de même taille. exemple: Paramécie.
- ❖ **Hétérotriches** : corps possédant des cils de taille différentes exemple : Stentor.
- ❖ **Oligotriches**: corps possédant peu de cils exemple : *Halteria*.
- ❖ **Hypotriches**: corps possédant des cils situés sous la face ventrale exemple : *Stylonychia*.
- ❖ **Peritriches** : nommé aussi Discotriches, corps avec une ciliature annulaire exemple : *Vorticelle*



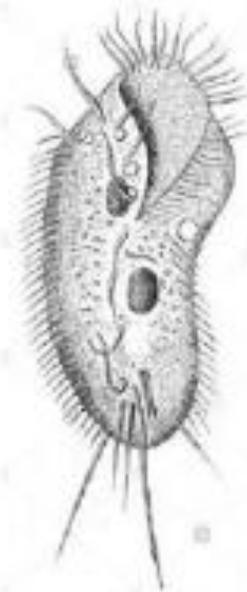
Holotriches (Paramécie)



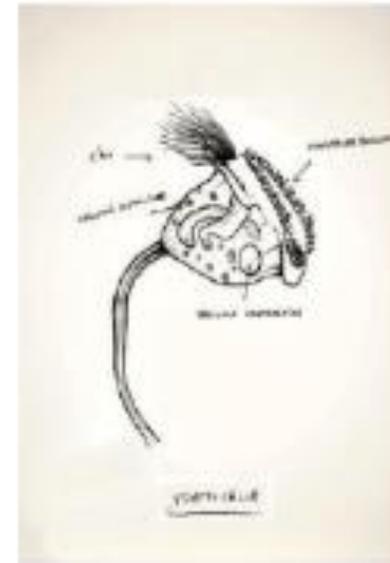
Hétérotriches (Stentor)



Oligotriches (Halteria)



Hypotriches (Stylonichia)



Peritriches (Vorticelle)

## 2.4. EMBRANCHEMENT DES MYXOZOAIRES OU DE CNIDOSPORIDIES

Protozoaires **parasites d'invertébrés et de poissons (ex: Myxobolus)**, se présentent sous forme de plasmode (tumeur chez l'adulte). Toutes les espèces de **Myxozoaires** sont parasites d'annélides ou de vertébrés poikilothermes. Ils sont cosmopolites. L'infection intervient au moyen de **spores valvées**, ingérées par l'hôte.

Cet embranchement se subdivise en trois classes : les Myxosporides, les Microsporides et les Actinomyxides.

Les animaux poikilothermes sont des animaux ayant une température corporelle qui varie avec celle de leur milieu. Ex: Thon rouge

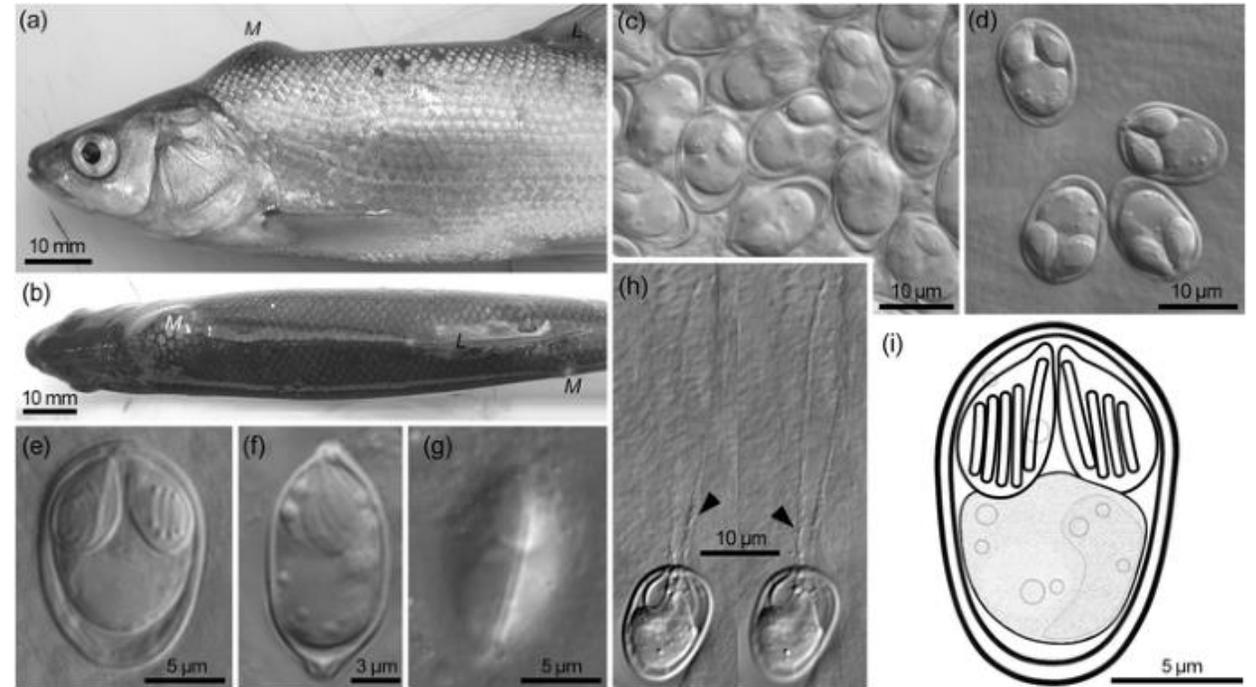
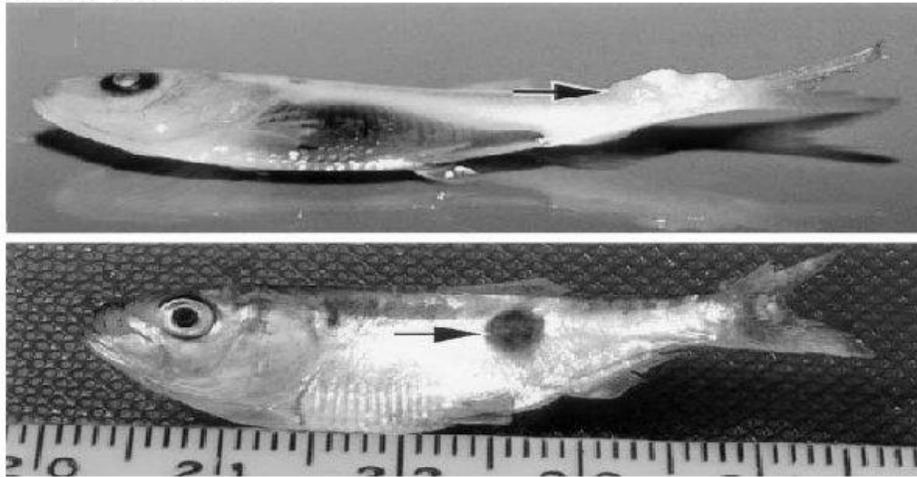
## Boil disease

**Causative organisms:** *Myxobolus pfeifferi*

**Symptoms:** Large boils varying from the size of a nut to that of a hen's egg on several parts of body.

**Treatments:** Bath in 3% common salt solution or in 1:2,500 formalin solution for 10 minutes.

### Fish health management



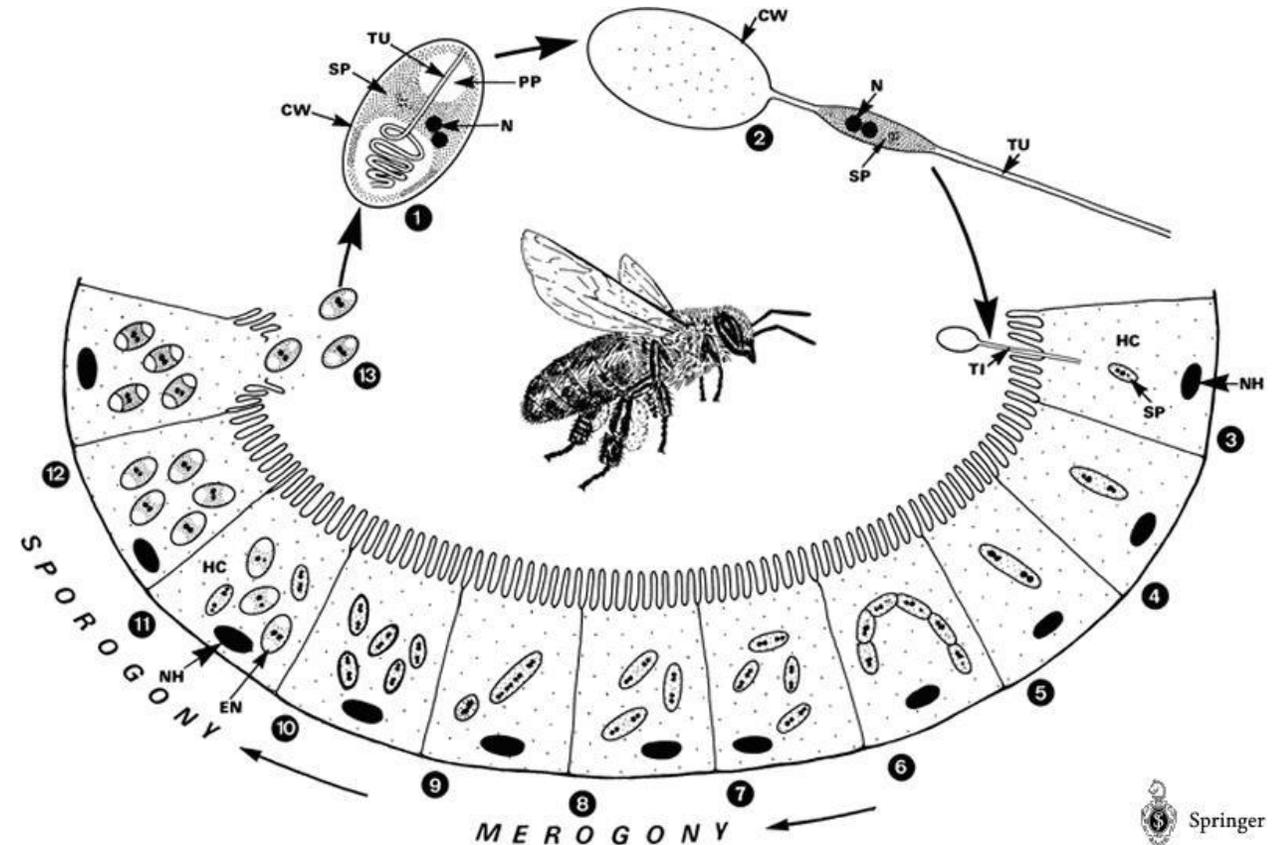
Stephen Douglas Atkinson & Craig Randall Banner, 2017

## 2.5. EMBRANCHEMENT DES LABYRINTHOMORPHA

C'est un petit groupe de protozoaires, semblables à des champignons qui sont principalement connus pour attaquer les herbes marines et celles des estuaires.

## 2.6. EMBRANCHEMENT DES MICROSPORA

Ce sont des protozoaires unicellulaires de petite taille (1 à 15 $\mu$ m) parasites intracellulaires d'invertébrés ou de vertébrés qui se transmettent par l'ingestion des spores. Les microsporidies se caractérisent par l'absence de mitochondries et de réserves glucidiques ou lipidiques. Les spores se dévaginent sous l'action du suc digestif de l'hôte. *Nosema apis* provoque une dysenterie chez l'abeille *Apis mellifica*.



## 2.7. EMBRANCHEMENT DES ASCETOSPOORA

C'est un petit groupe de protozoaires parasites d'invertébrés et de vertébrés. Ils sont très mal connus. Leurs spores sont multicellulaires et possèdent un ou plusieurs sporoplasmes. Tous les Ascetospora sont parasites. Ex. *Paramyxa* sp.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## **Cours:**

Arab et al., 2016. Zoologie, Tome1: des protozoaires aux métazoaires protostomiens. Office des publications universitaires.

Dr. Djeddar

Dr. Ladjama

Dr. Djazouli

Miller & Harley, 1999. Zoology. Livre, 4<sup>ème</sup> édition. ISBN: 0-697-34555-6.