

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique**  
**Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana**  
**Faculté des Sciences de la Nature, de la Vie et de la Terre**



**Département des Sciences Biologiques**

---

# **POLYCOPIE DE ZOOLOGIE**

## **LES PROTOZOAIRES**

---

**Destiné aux étudiants**  
**des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**2<sup>ème</sup> année**

**Réalisé par : Dr. DJEZZAR Miliani**

## **Préambule**

Ce polycopié est destiné aux étudiants des sciences de la nature et de la vie.

Il traite d'un chapitre des plus important : les protozoaires. Dans ce cours, un descriptif des protistes et des protozoaires est développé tout en considérant leur importance dans le monde vivant. En effet, la classification, la répartition et la biologie sont considérés afin que les étudiants puissent acquérir les bases essentielles en protozoologie qui leur permettent d'aborder les autres sciences en rapport avec le vivant.

---

I - GENERALITES .....	1
II - RAPPELS SUR LES PROTISTES .....	1
III - SOUS REGNE DES PROTOZOAIREs .....	1
III.1. - Distribution des protozoaires et importance écologique.....	2
III.2. - Morphologie et structure des protozoaires .....	2
III.2.1. - Taille .....	3
III.2.2. - Structure .....	3
- Plasmalemme.....	4
- Cytosquelette.....	5
- Appareil de Golgi .....	6
- Noyau .....	6
- Trichocystes.....	8
III.3. - Classification .....	8
III.3.1. – Embranchement Sarcomastigophora.....	9
A- Sous embranchement des Flagellés .....	9
a- [Cl] Choanoflagellés ou choanomonadés .....	9
b- [Cl] Kinétoplastides .....	10
c- [Cl] Trichomonadines .....	11
d- [Cl] Diplomonadines.....	12
B. – Sous embranchement des Rhizopodes.....	13
C. – Sous embranchement des Actinopodes .....	14
III.3.2. - Embranchement des Apicomplexa / Sporozoaires .....	15
III.3.3. – Embranchement des Ciliophora - Ciliés.....	16
III.3.4. – Embranchement de Myxozoaires ou de Cnidosporidies .....	18
III.3.5. – Embranchement des Labyrinthomorpha.....	18
III.3.6. – Embranchement des Microspora.....	18

III.3.7. – Embranchement des Ascetospora .....	18
III.4. - Biologie des protozoaires .....	19
III.4.1. - Locomotion.....	19
III.4.1.1. - Les pseudopodes .....	19
a /Les lobopodes .....	19
b/ Les filopodes.....	19
c/ Les réticulopodes .....	20
d/ Les Axopodes .....	21
III.4.1.2. - Les flagelles .....	21
III.4.1.3. -Les Cils.....	22
III.4.2. –Nutrition.....	23
III.4.2.1. - Prise de nourriture .....	23
III.4.2.2. - Digestion.....	23
III.4.2.3. - Egestion .....	24
III.4.3. - Respiration et circulation.....	24
III.4.4. - Excrétion et osmorégulation.....	25
III.4.5. – Reproduction.....	25
- La multiplication asexuée.....	25
- La reproduction sexuée .....	26
V\ Association avec d'autres organismes .....	28
A\ Mutualisme et symbiose.....	28
B\ Le parasitisme .....	28

## **I - GENERALITES**

Dans l'ensemble du monde vivant, parmi les composantes du règne des protistes, les Protozoaires sont considérés comme un véritable sous-règne, à égalité avec le sous-règne des Métazoaires. En fait, et en dépit de leurs dimensions microscopiques, les Protozoaires jouent un rôle fondamental dans la Nature Vivante et représentent un chaînon de base dans les chaînes alimentaires des eaux douces et marines, comme il vivent en tant que parasite et opportunistes chez l'Homme, les animaux et les végétaux [1]–[3].

## **II - RAPPELS SUR LES PROTISTES**

Le mot protiste crée par Heackel en 1866 désignait deux types de protistes (inférieurs procaryotes et supérieurs eucaryotes). Cependant, le terme Protista est de nos jours maintenu pour définir un règne excluant les procaryotes (bactéries) et regroupant des organismes eucaryotes autres que les végétaux et les animaux.

Les protistes sont regroupés en trois grandes catégories, reposant sur les moyens de nutrition. Les protistes peuvent obtenir de la nourriture comme des plantes, des champignons ou des animaux. Sur la base des classifications anciennes mais qui restent d'actualité, le règne des protistes englobe trois sous règnes [1], [4]–[6]:

- Les Protozoaires sont des protistes ressemblant à des animaux, qui sont hétérotrophes et ont la capacité de se déplacer.
- Les Protophytes incluant les algues sont des protistes ressemblant à des plantes, qui sont autotrophes capable de faire la photosynthèse.
- Les Protomycètes sont des protistes ressemblant à des champignons (fongiformes), qui sont hétérotrophes, ont des cellules avec des parois cellulaires et sont capables de se reproduire par la formation de spores.

## **III - SOUS REGNE DES PROTOZOAIRE**

Les protozoaires, du grec protos = premier et de zoo = animal, furent observés pour la première fois il y a 300 ans. Ils ont été découverts à la suite de la conception des premiers microscopes par Leeuwenhoek (1674). La protozoologie (étude des protozoaires) connu dès lors un progrès permanent.

Malgré la simplicité de leur organisation, la structure protozoaire est réussie car la vie protozoaire est présente sous tous les climats et dans tous les habitats.

### **III.1. - Distribution des protozoaires et importance écologique**

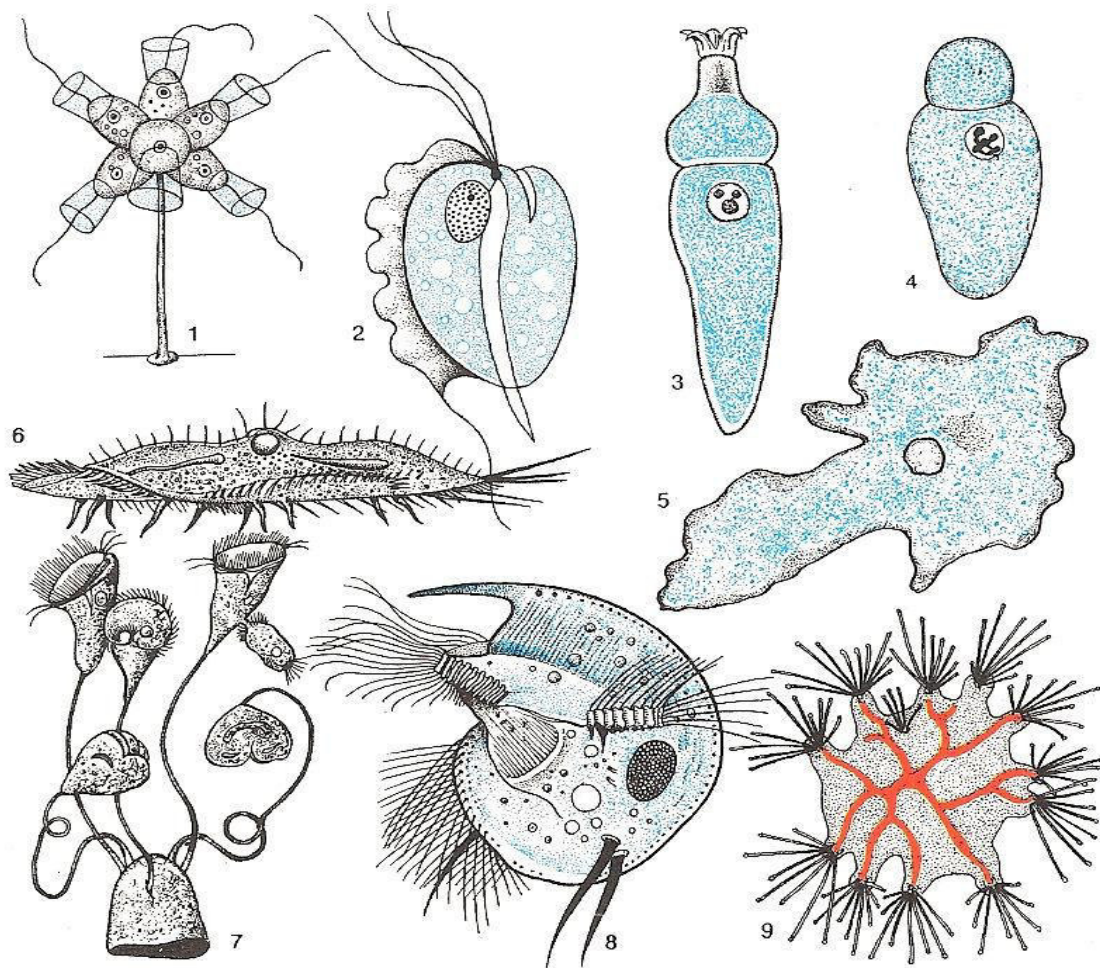
Les Protozoaires sont généralement cosmopolites et peuplent les milieux les plus divers car la vie protozoaire est présente sous tous les climats et dans tous les habitats : Eaux douces stagnantes ou courantes, eaux saumâtres, salées et sursalées, tourbières, mousses et sphaignes (dans la mince couche 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. Malgré la simplicité de leur organisation, on les retrouve [1], [6]–[10] :

- 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 [11]–[13].

### **III.2. - Morphologie et structure des protozoaires**

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 30000 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 ainsi que - les sporozoaires qui émettent des flagelles pendant la reproduction, - les ciliés qui sont recouverts de cils et - les flagellés comportant des fouets (figure 1) [14]–[18] [3], [19].



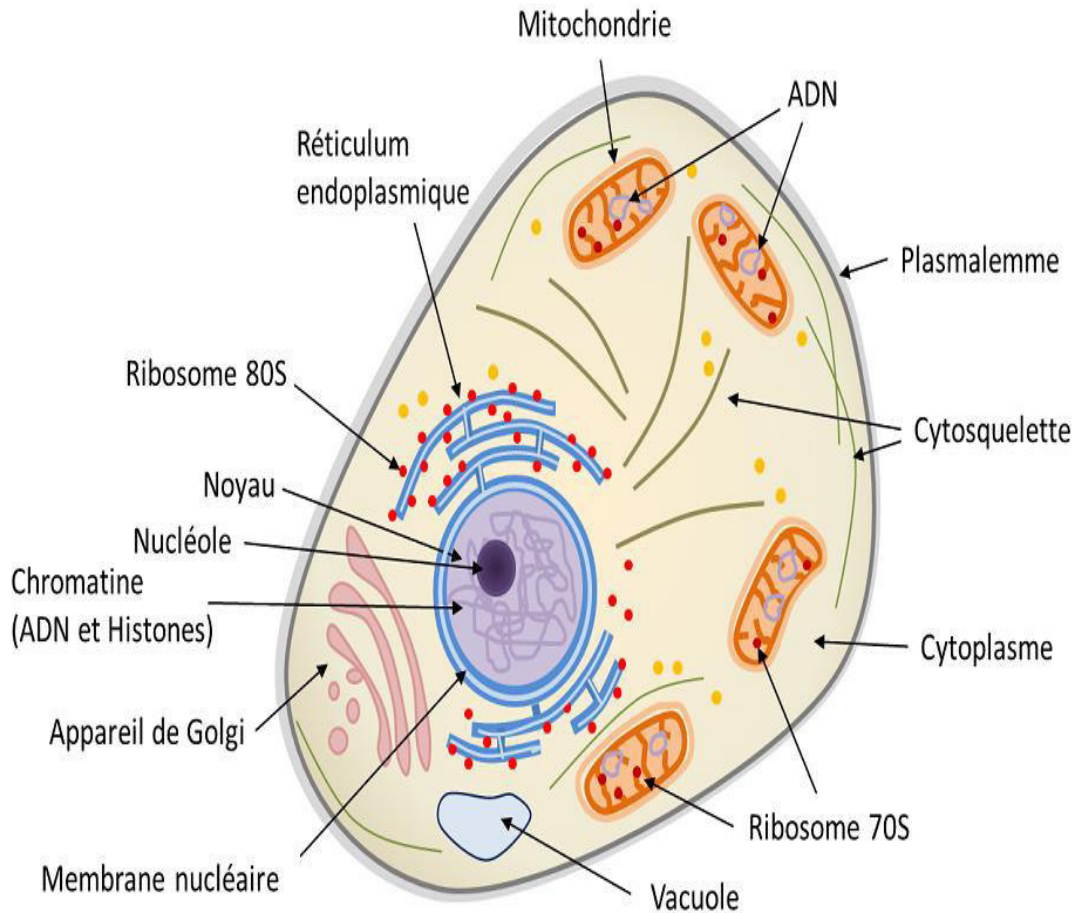
**Figure 1.** – Représentation schématique de quelques protozoaires [57]. Flagellés : 1. Codonosiga; 2. Trichomonas, sporozoaires : 3. Corycella; 4. Gregarina, rhizopodes : 5. Amoeba, ciliés : 6. Stylonychia; 7. Vorticella; 8. Discomorpha; 9. Lernaephyra.

### III.2.1. - Taille

Les protozoaires ont une taille comprise entre 1 et 600µm. Les plus petits sont les sporozoaires ainsi que certains parasites intracellulaires. Les plus grands sont les amibes qui peuvent atteindre jusqu'à 5mm [14] ; [58].

### III.2.2. - Structure

Les protozoaires possèdent tous les constituants classiques que l'on retrouve chez la cellule eucaryote (organites spécifiques ; figure 2) [14], [16], [20]–[22] :



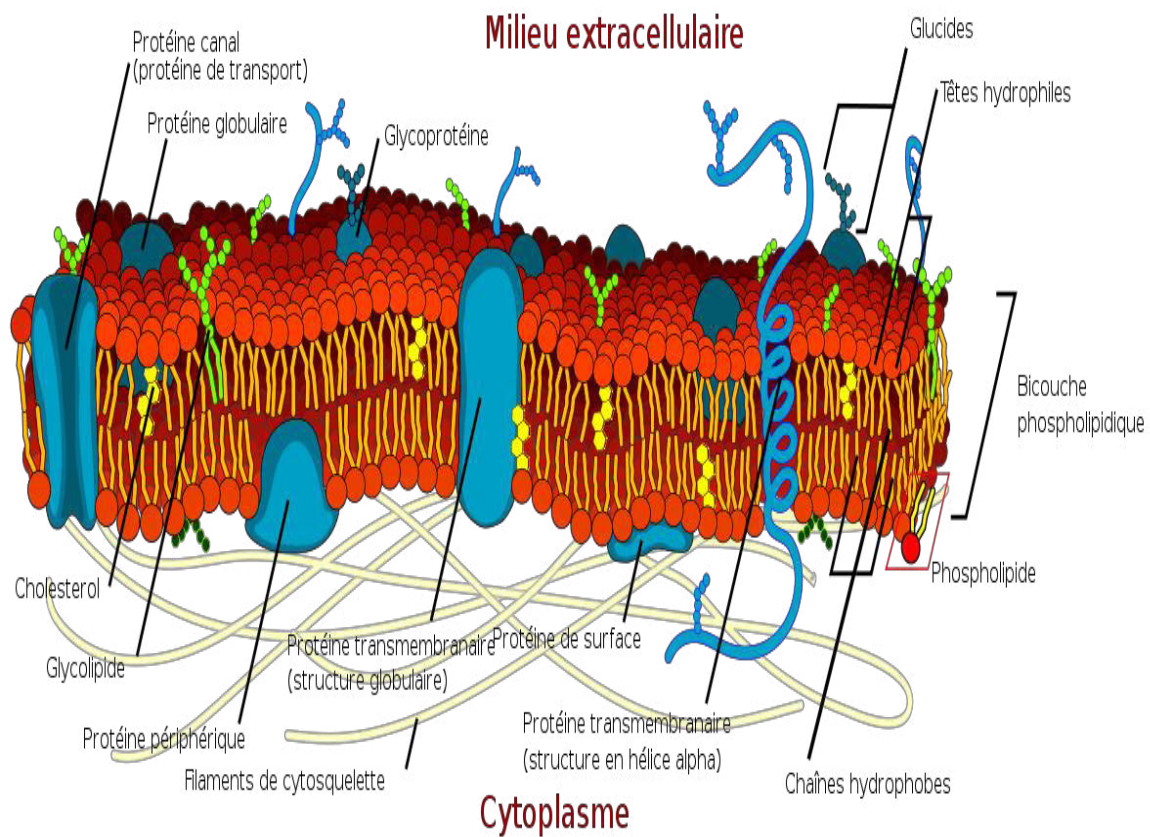
**Figure 2.** - Schéma de la structure d'une cellule eucaryote animal [59]

### - **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 (figure 3). 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 [23].





**Figure 3. – Ultrastructure du plasmalemme [23]**

**- Cytosquelette**

Le cytosquelette est constitué par des microfilaments ou des microtubules de nature protéique (figure 4). Grâce à l'actine, protéine qui constitue les microfilaments en leur conférant une certaine souplesse et un rôle dans les mouvements (contractions) 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. La taline au même titre que la vinculine, protéines membranaires multifonctionnelles du cytosquelette, jouent un rôle important dans la connexion du cytosquelette et l'adhésion de ses différents constituants [23]–[26] .

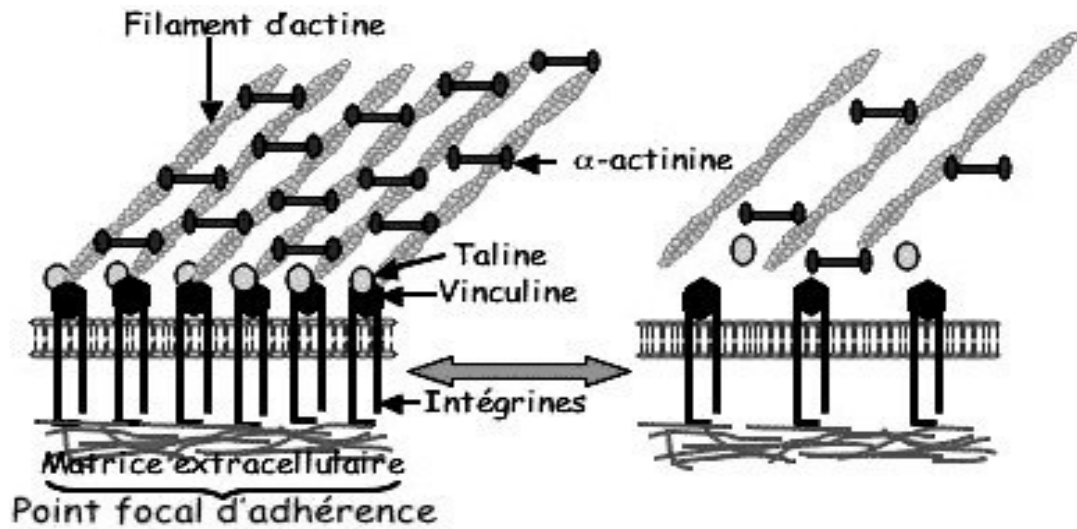


Figure 4. – Ultrastructure du cytosquelette de protozoaire [60]

- **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 5).

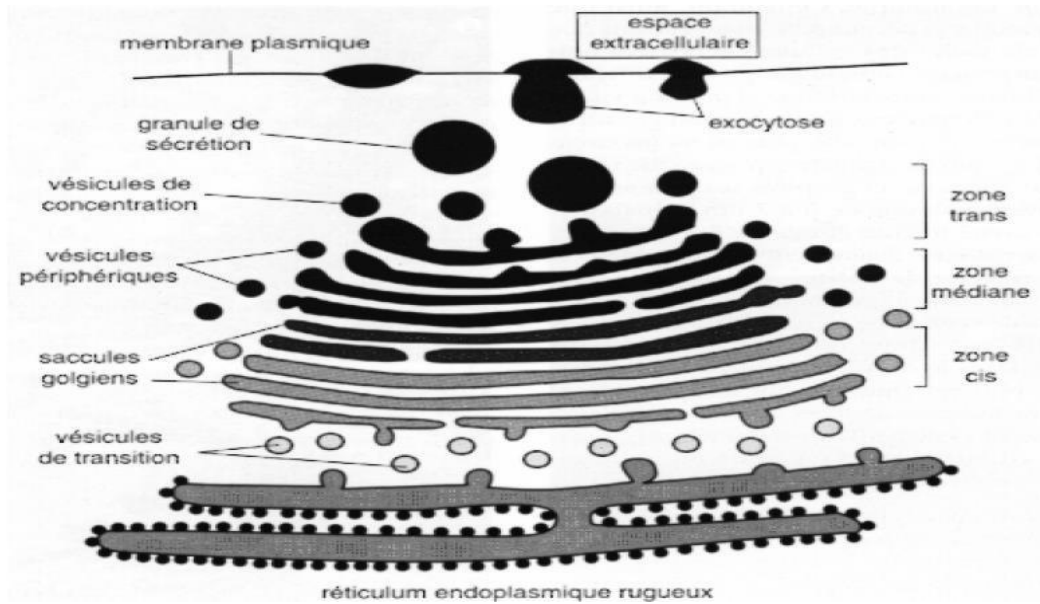
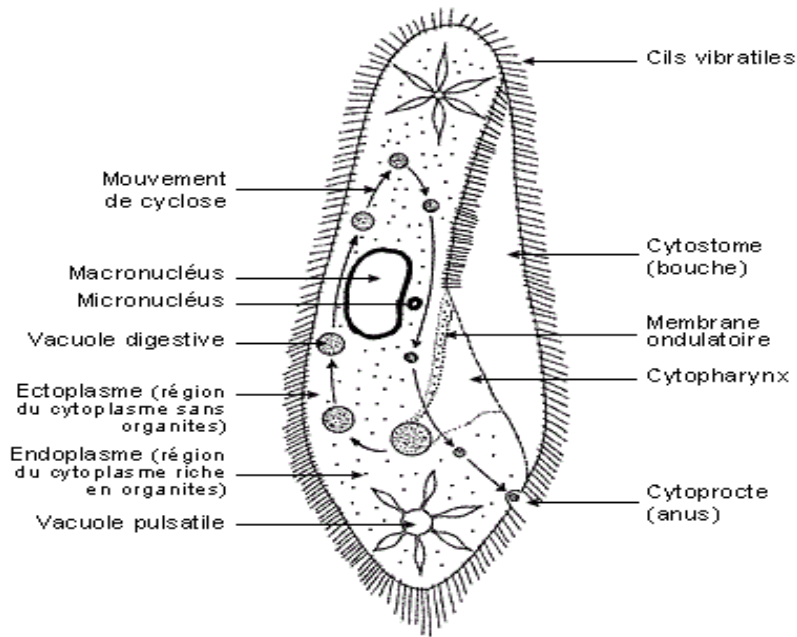


Figure 5. – Ultrastructure structure de l'appareil de golgi [61]

- **Noyau**

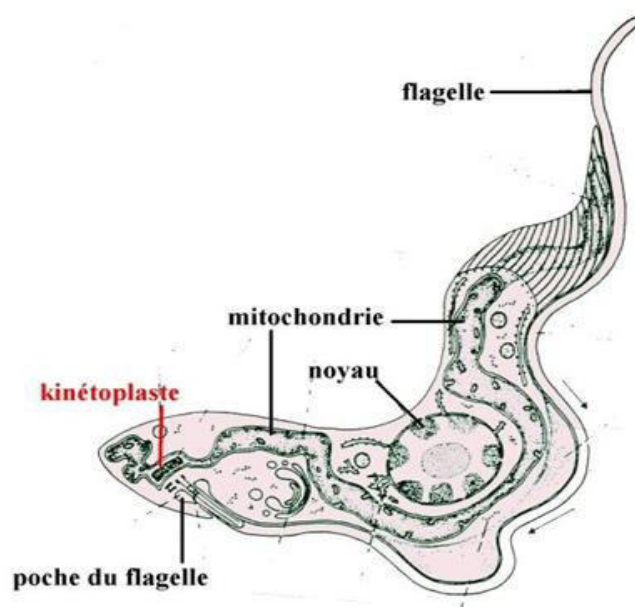
Chez les protozoaires, en phase transitoire, durant la multiplication, le noyau est souvent plurinucléé. Cependant, les ciliés (ex. Paramécie) possèdent un macronucléus et un micronucléus (figure 6).



**Figure 6.** – Schéma d'une Paramécie (0,1mm×0,3mm) [62]

**- Cils et flagelles**

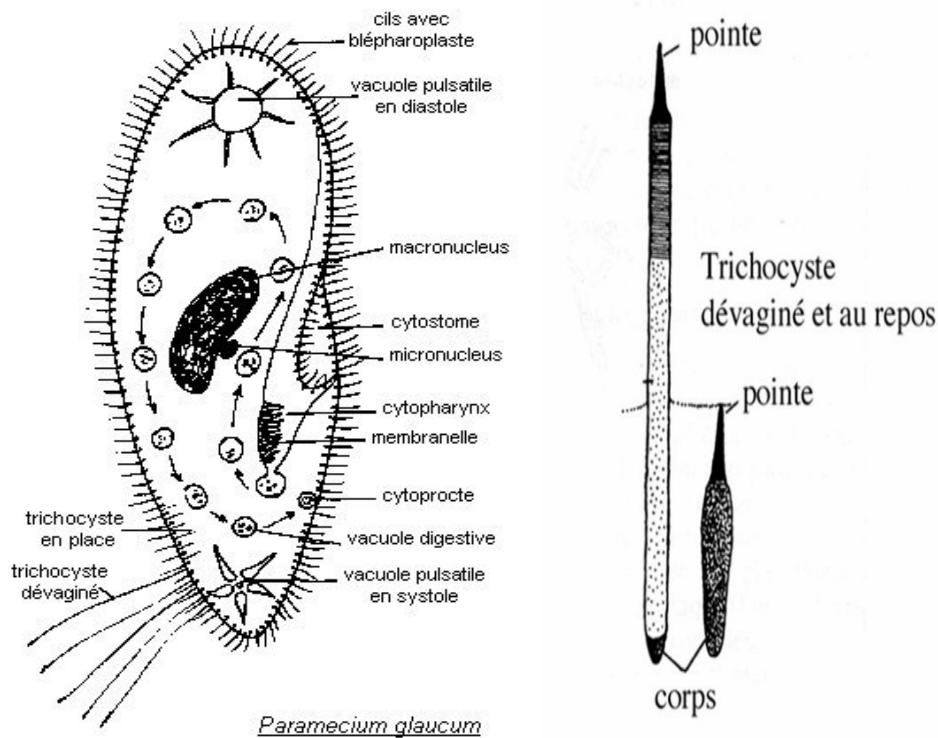
Les cils et flagelles des protozoaires ont la même structure que ceux des cellules de métazoaires (exemple : spermatozoïdes d'animaux pluricellulaires). Les cils sont courts et nombreux (5 à 15µm) ; les flagelles sont plus rares et longs (150 à 200µm) (figures 6 et 7).



**Figure 7.** – Flagellé *Trypanosoma* sp., au microscope électronique [63]

**- Trichocystes**

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 rigides (figure 8). 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 8.** – Schéma d'un cilié (*P. glaucum*) et d'un trichocyste [64]

**III.3. - Classification**

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. De là, nous constatons 2 tendances [65] :

1- Le sous règne des Protozoaires est probablement monophylétique : son origine serait une souche unique et extrêmement ancienne qui a peut-être disparu sans laisser de fossiles. Malgré cette origine commune, les rapports entre les divers sous-embranchements sont difficiles à préciser car ces grandes divisions apparaissent bien distinctes l'une de l'autre. Au cours de l'évolution elles se sont de plus en plus différenciées et leurs affinités se sont estompées.

2- En 1980, les spécialistes de la protozoologie ont considéré que le monde des protozoaires ne constitue pas un groupe naturel, mais un ensemble comprenant au moins 7 phylums : Sarcomastigophora ; Labyrinthomorpha ; Apicomplexa ; Microspora ; Ascetospora ; Myxospora ; Ciliophora.

La principale discrimination retenue, est faite en fonction de la nature de l'appareil locomoteur et du cycle de développement.

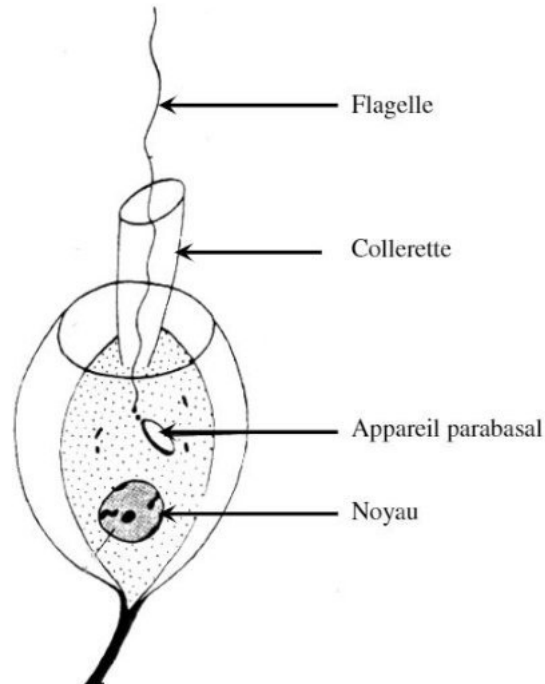
### **III.3.1. – Embranchement Sarcomastigophora**

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. Nous distinguons [12], [19], [27]–[30] :

#### **A- Sous embranchement des Flagellés**

Les Flagellés 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 : Choanoflagellés ou choanomonadés, Kinétoplastides, Trichomonadine et Diplomonadines [12], [31]–[33].

**a- [CI] Choanoflagellés ou choanomonadés** : c'est des zooflagellés (un seul flagelle) aquatiques libres (eaux douces et salées) (figure 9). 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.



**Figure 9. – Choanoflagellés**

**b- [CI] 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 des parasites d'êtres humains qui causent des diarrhées.

Deux ordres constituent cette classe : les trypanosomidés et les Bodonidés. Les trypanosomidés ont un seul flagelle, sont tous parasites et sont transmis par des animaux hématophages : moustiques, tiques, punaises, sangsues, etc.

Le genre *Trypanosoma* (figure 10), parasite du sang des vertébrés est un véritable fléau. *T. gambiense* cause la maladie du sommeil (vecteur : glossine ou mouche tsé-tsé) ; *T. cruzi* provoque la maladie de Chagas (vecteur : une punaise) ; *T. equiperdum* provoque la syphilis équine ou dourine (transmission vénérienne).

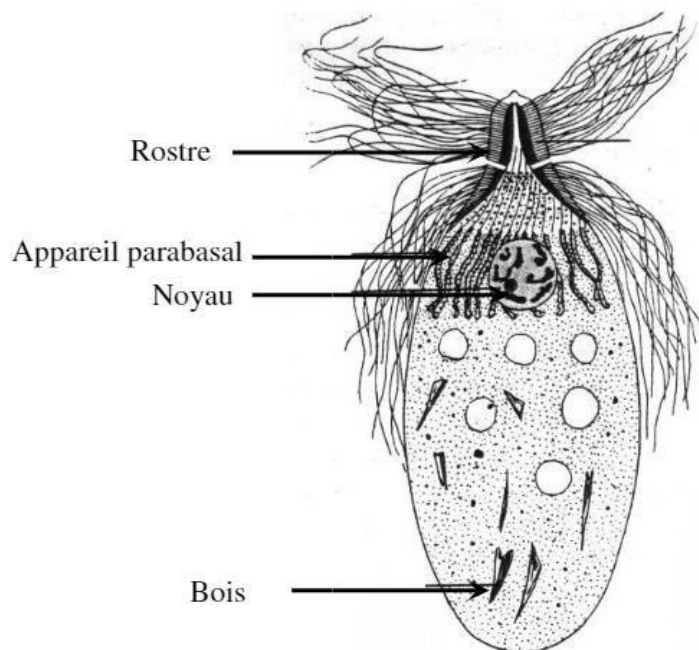
Le genre *Leishmania* envahit les tissus des mammifères provoquant des leishmanioses cutanées (bouton d'Orient) ou viscérales (Kalazar).

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



**Figure 10. – *Tripanosoma* sp.**

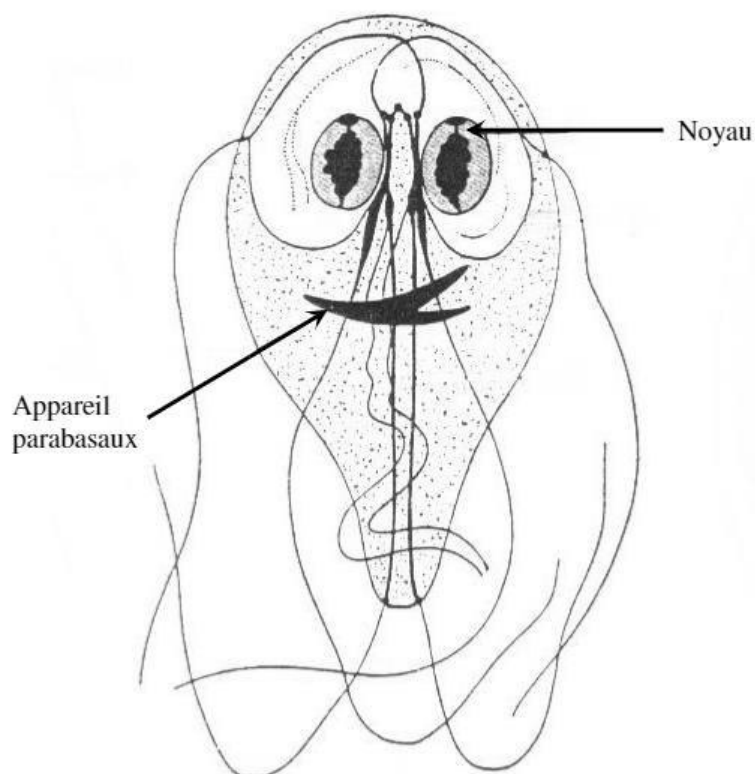
**c- [CI] Trichomonadines :** Les Trichomonadines (*Trichomonas*) vivent en symbiotes dans le tube digestif des insectes mangeurs de bois (termites, blattes) (figure 11). *Trichomonas vaginalis* est responsable d'hypersécrétions vaginales malodorantes chez la femme. Certaines formes parasites régressent au point de ne plus porter qu'un flagelle (*Histomonas*, parasite des tissus du dindon).



**Figure 11. - Trichonymphine à plusieurs flagelles [66]**

**d- [CI] Diplomonadines :** Zooflagellés de petites tailles libres ou parasites, possèdent des organites doubles disposés de façon symétrique (figure 12). *Giardia intestinalis* vit dans l'intestin de l'Homme et provoque des diarrhées et des troubles hépatiques.

Les diplomonades (*Diplomonadida*), diplomonadines ou trépomonades sont Les 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.

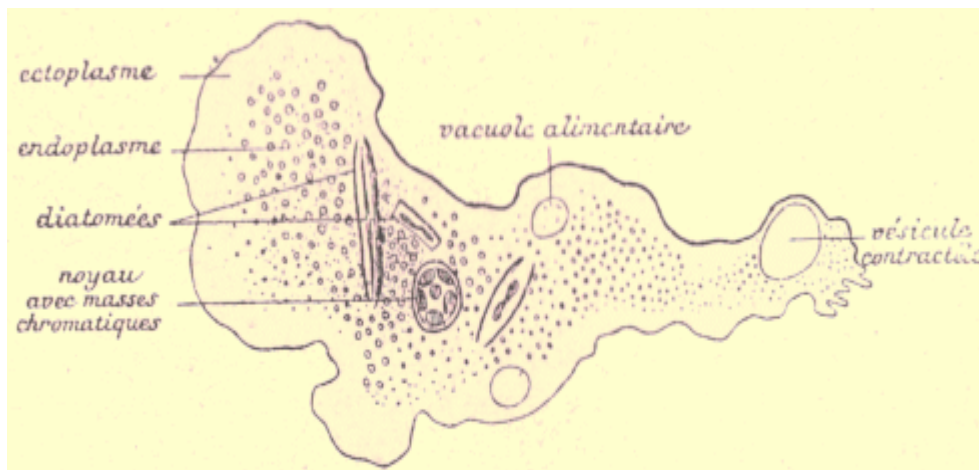


**Figure 12.** - Diplomonadine du Genre Giardia [66]



## B. – Sous embranchement des Rhizopodes

Ce sont des protozoaires connus sous le nom d'Amibes (figure 13). 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 (figure 14) : c'est des Rhizopodes marins de grande taille.



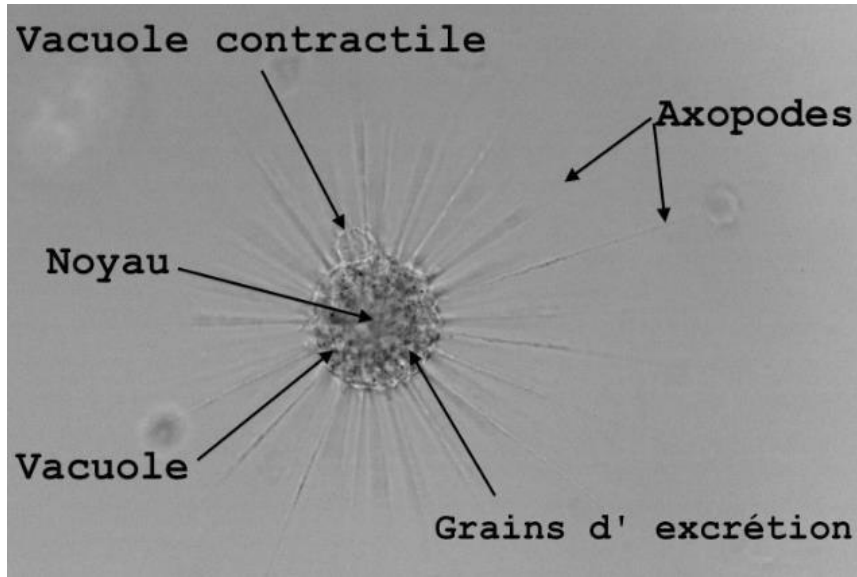
**Figure 13.** - Amibe avec ses prolongements (*Amoeba proteus*) et des corps étrangers (diatomées) absorbés [66].



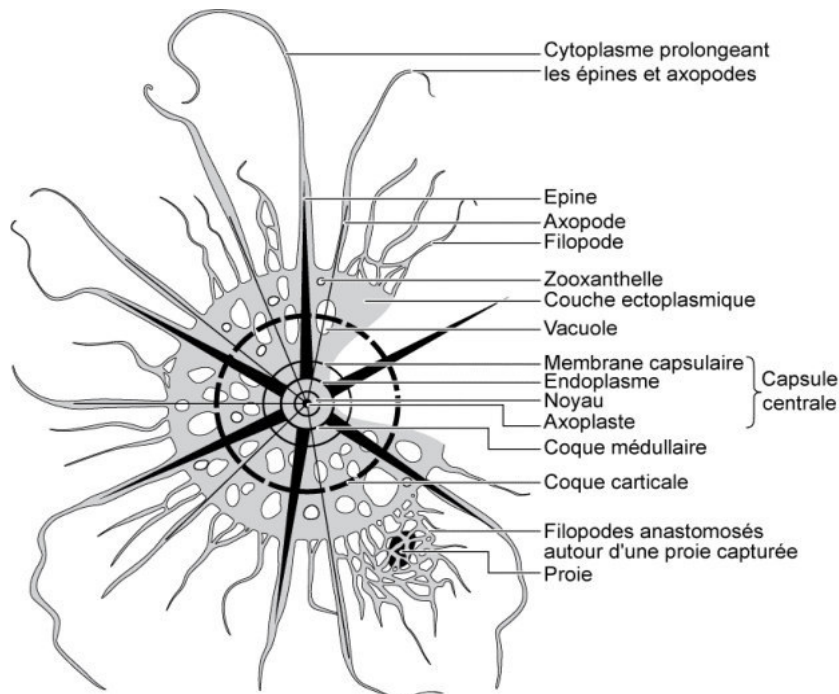
**Figure 14.** - Foraminifère planctonique. Le test est la masse sombre, au centre, d'où rayonnent des pseudopodes [66].

### C. – Sous embranchement des Actinopodes

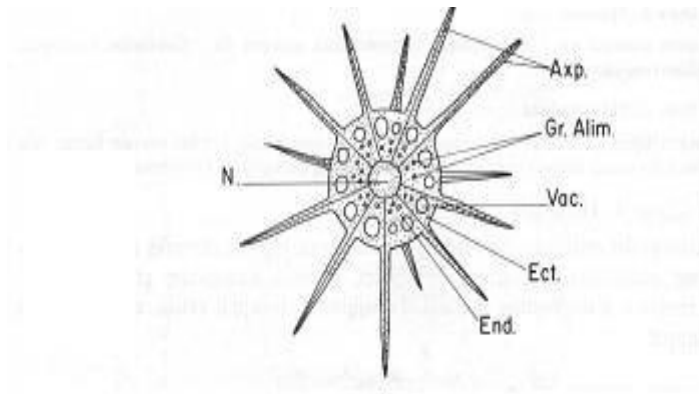
Ils ont des pseudopodes à disposition rayonnante, soutenus par des filaments rigides (axopode) (figure 15 a, b, c). Leur forme est généralement sphérique, se divise en trois classes [34], [35]: Acanthaires, Radiolaires, Héliozoaires.



(a)



(b)



Axp : axopode ; Ect : ectoplasme ; End : endoplasme ; Gr. Alim : granule alimentaire ; N : noyau ; Vac : vacuole

(c)

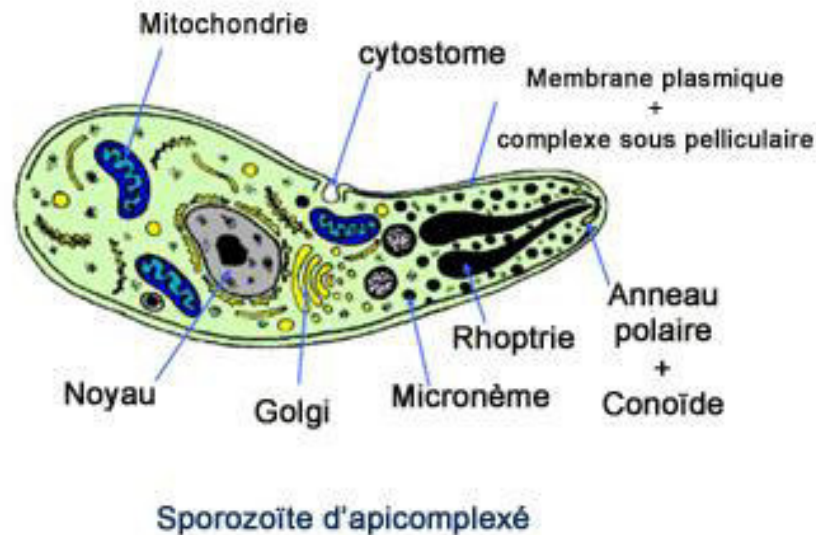
**Figure 15.** – Actinopodes : a) Héliozoaire ; b) Schéma d'organisation d'un Radiolaire sphérique ; c) Acanthaire

### III.3.2. - Embranchement des Apicomplexa / Sporozoaires

C'est des organismes unicellulaires (figure 16), 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). Ces Apicomplexes se caractérisent par [36]–[39]:

- 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 secretant des enzymes qui permettent au parasite de pénétrer dans l'hôte.

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



**Figure 16. – Apicomplexa**

### III.3.3. – Embranchement des Ciliophora - Ciliés

Ciliophora ou Ciliophores, ou Infusoires, ou Ciliata (figure 17). C'est le groupe le plus complexe parmi les protozoaires. La cellule est polarisée, et les organites sont disposés précisément de manière à former des zones dédiées à la nutrition, à la motricité ou à l'excrétion. Le corps de ces protozoaires est recouvert de cils vibratiles à la surface de la cellule (les cils sont présents au cours d'un stade au moins de leur cycle de développement). Leur cytoplasme présente une différenciation extrême. L'appareil nucléaire est constitué de deux noyaux (macronucleus et micronucleus). La multiplication asexuée s'effectue par division binaire transversale tandis que la reproduction sexuée se déroule par un mode de fécondation caractéristique appelé conjugaison. Ils sont en majorité hétérotrophes libres. Certains ciliés sont symbiotes, commensaux dans la panse des ruminants. Les battements des cils sont coordonnés et ils assurent d'une part la locomotion de la cellule et d'autre part créent des courants d'eau amenant des particules alimentaires à l'animale. Ils présentent divers modes de vie : libre (paramécie), fixé par un

pédoncule, symbiote, parasites (peu nombreux). La classification des Ciliés repose sur la dimension et la disposition des cils vibratiles. Nous distinguons [40], [41] [66] :

**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.

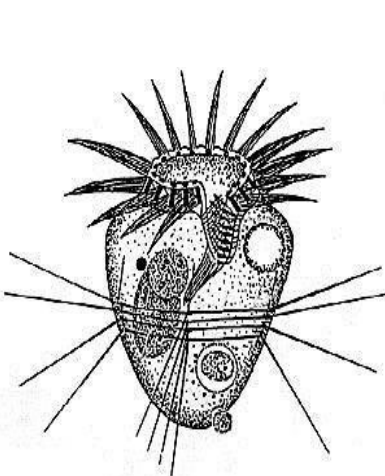
**Peritriches** : nommé aussi Discotriches, Corps avec une ciliature annulaire exemple : Vorticelle



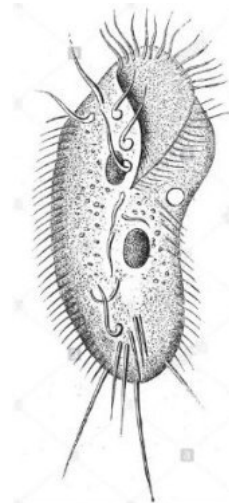
Holotriches (Paramécie)



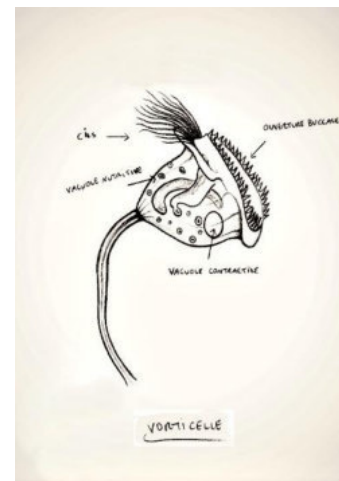
Hétérotriches (Stentor)



Oligotriches (Halteria)



Hypotriches (Stylonychia)



Peritriches (Vorticelle)

**Figure 17. – Exemples de Ciliés**

### **III.3.4. – Embranchement de Myxozoaires ou de Cnidosporidies**

Protozoaires parasites d'invertébrés et de poissons réunis autrefois aux sporozoaires (attaquent le système nerveux des poissons). Toutes les espèces de **Myxozoaires** sont parasites d'annélides ou de vertébrés poïkilothermes. Ils sont cosmopolites. L'infection intervient au moyen de spores valvées, ingérées par l'hôte. Celles-ci contiennent une ou deux cellules sporoblastes et au moins une capsule polaire qui émet des filaments polaires après ingestion, ralentissant ainsi la progression dans le tube digestif et permettant l'ancrage de la spore sur l'hôte. Cet embranchement se subdivise en trois classes : les Myxosporides, les Microsporides et les Actinomyxides [42]–[44].

### **III.3.5. – 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 [45], [67]

### **III.3.6. – Embranchement des Microspora**

Ce sont des protozoaires unicellulaires de petite taille (1 à 15µm) 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 dévagent sous l'action du suc digestif de l'hôte. *Nosema apis* provoque une dysenterie chez l'abeille *Apis mellifica* [46], [47][67]

### **III.3.7. – Embranchement des Ascetospora**

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. [67] [68].

### III.4. - Biologie des protozoaires

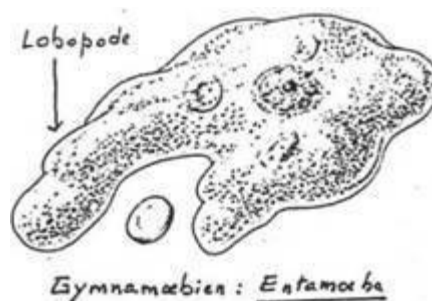
#### III.4.1. - Locomotion.

La locomotion permet la recherche de nourriture, d'un abri, d'un nouvel habitat, d'un partenaire sexuel. On trouve trois types d'appareils locomoteurs, les pseudopodes, les Cils et les Flagelles [46]–[49].

##### III.4.1.1. - Les pseudopodes.

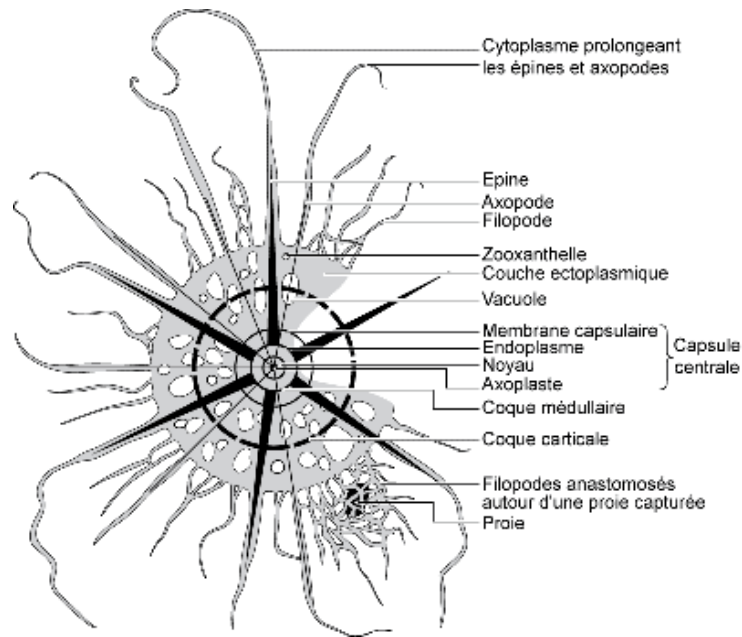
Les pseudopodes sont des extensions cytoplasmiques temporaires pour la locomotion et la capture des proies. En général, des pseudopodes se rétractent pendant que d'autres se forment. Quatre formes de pseudopodes existent [46]–[48].

**a /Les lobopodes.** Ce sont des formes de digitation arrondie (figure 18). 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).



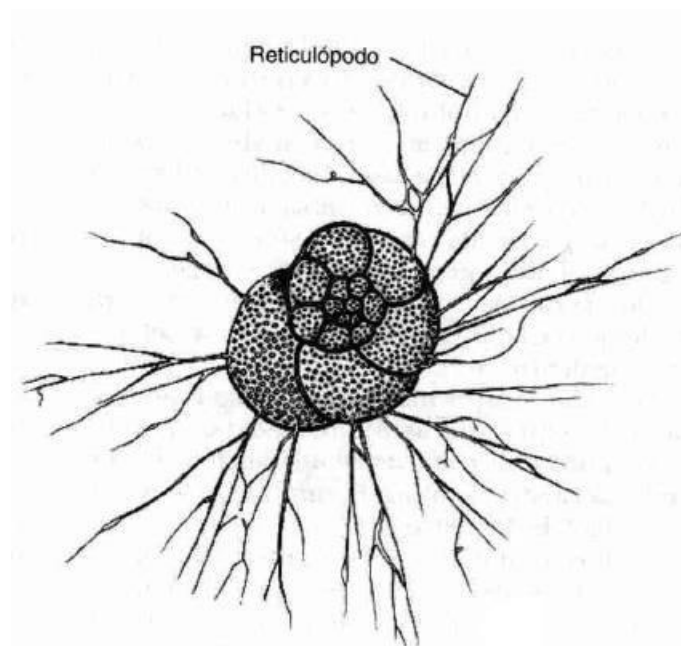
**Figure 18.** – Lobopodes d'amibe

**b/ Les filopodes.** On trouve des filopodes chez les Thécamœbiens (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 (figure 19).



**Figure 19. – Filopodes chez les Thecamoebien**

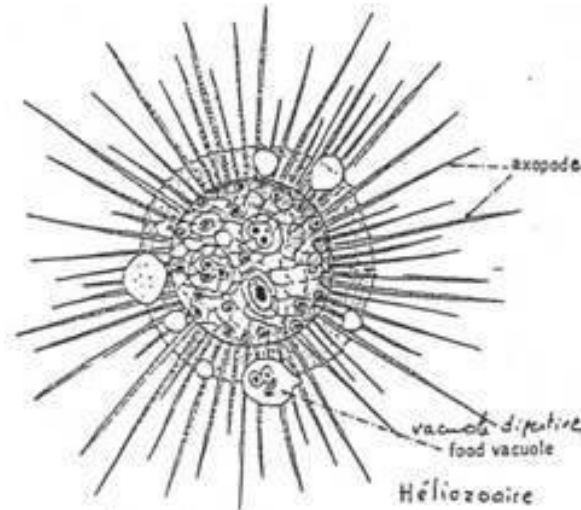
**c/ Les réticulopodes.** On les trouve chez les foraminifères (figure 20). Ils sont fins, très ramifiés, se rejoignent pour constituer un réseau et même, les réticulopodes de plusieurs cellules peuvent se rejoindre et donner un réticulum multicellulaire (à filet pour piéger les proies) Exemple : *Elphidium*.



**Figure 20. – Réticulopodes chez les Foraminifères**



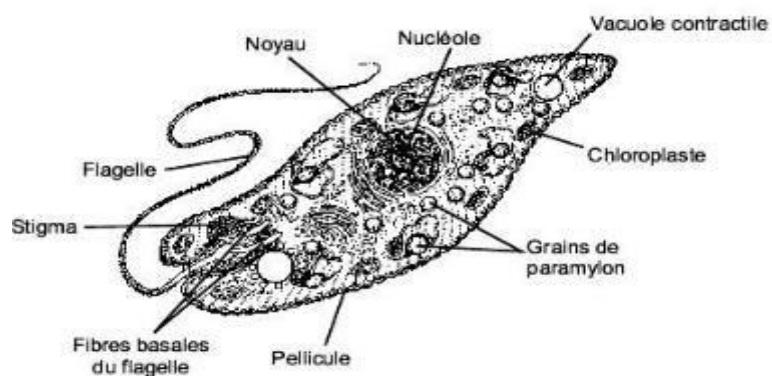
**d/ Les Axopodes.** Ce sont des prolongements cytoplasmiques, à disposition rayonnante où chacun est soutenu par un filament axial (axonème) caractéristique des actinopodes (figure 21).



**Figure 21. – Axopodes chez les Héliozoaires**

#### III.4.1.2. - Les flagelles

Ils sont permanents, en position fixe et ne sont efficaces qu'en milieu fluide (figure 22). 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 [14], [50].

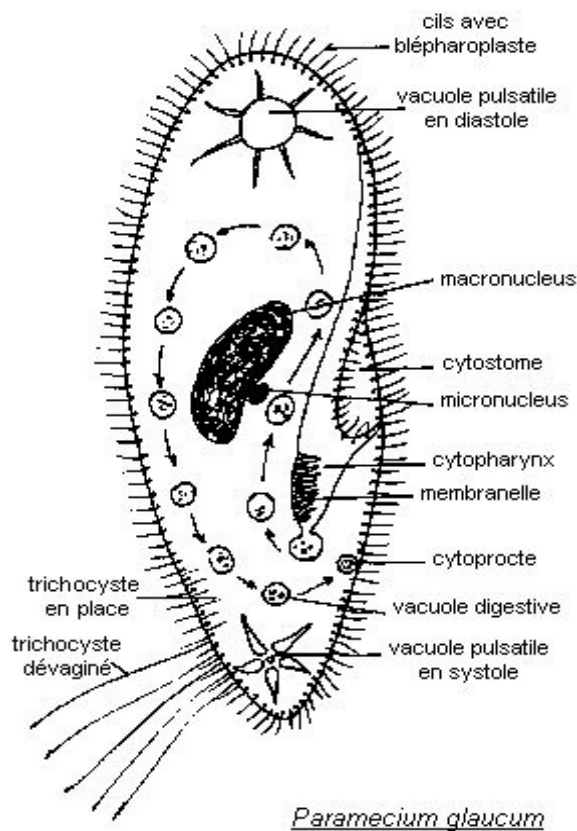


**Figure 22. – Flagelle de protozoaire**

### III.4.1.3. -Les Cils.

Les cils servent à la locomotion et se présentent sous forme de rangées (figure 23). Selon les cas, on les trouve sur toute la surface du corps ou localisés. Ils ne sont efficaces qu'en milieu fluide. Ils ont deux phases, effectives et de recouvrement : Quand il y a synchronie, tous les cils battent en même temps. Le plus souvent, le mouvement des cils est synchronisé avec les ondes locomotrices qui parcourent le corps : c'est la « métachronie ». Quand la surface est légèrement oblique par rapport au corps et l'onde parcourt un trajet en spirale autour de la cellule. Les ciliaires se déplacent en s'enroulant autour d'un axe. 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 [16], [17], [40], [47].



**Figure 23. – Cils de protozoaires**

### III.4.2. –Nutrition

#### III.4.2.1. - Prise de nourriture

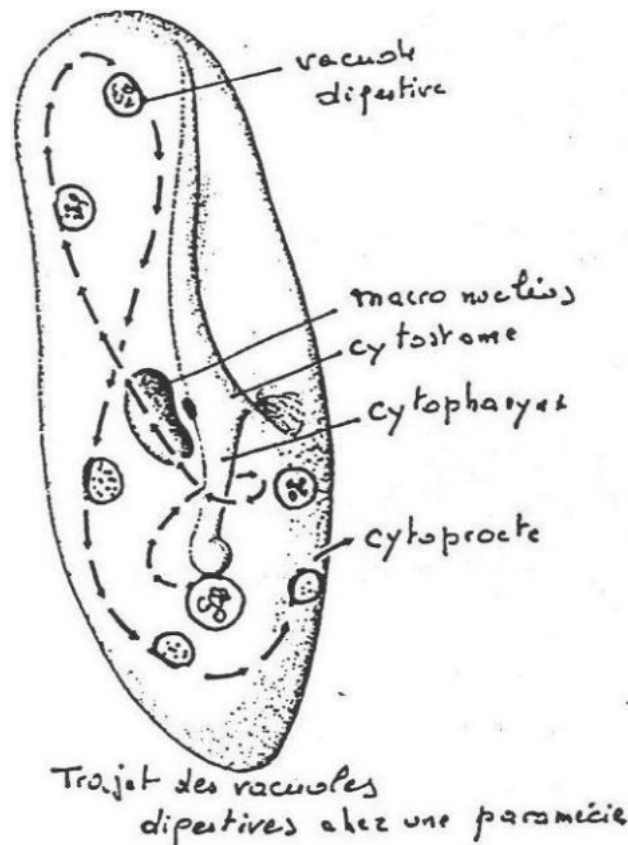
On trouve quelques saprophytes qui vont directement absorber les composés au travers de leur paroi : le système nutritionnel dégénère. Les autres sont des holozoïques. Ils se nourrissent de nourriture solide par prédation (paramécie) ou filtration (vorticelle).

**La 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.

**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 [34], [36], [47].

#### III.4.2.2. - 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 (figure 24). 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 [27], [34], [36], [47].



**Figure 24.** – Digestion chez les ciliés

### III.4.2.3. - 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 [1], [51].

### III.4.3. - 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 [3].

#### III.4.4. - 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, l'autre est en systole. 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.

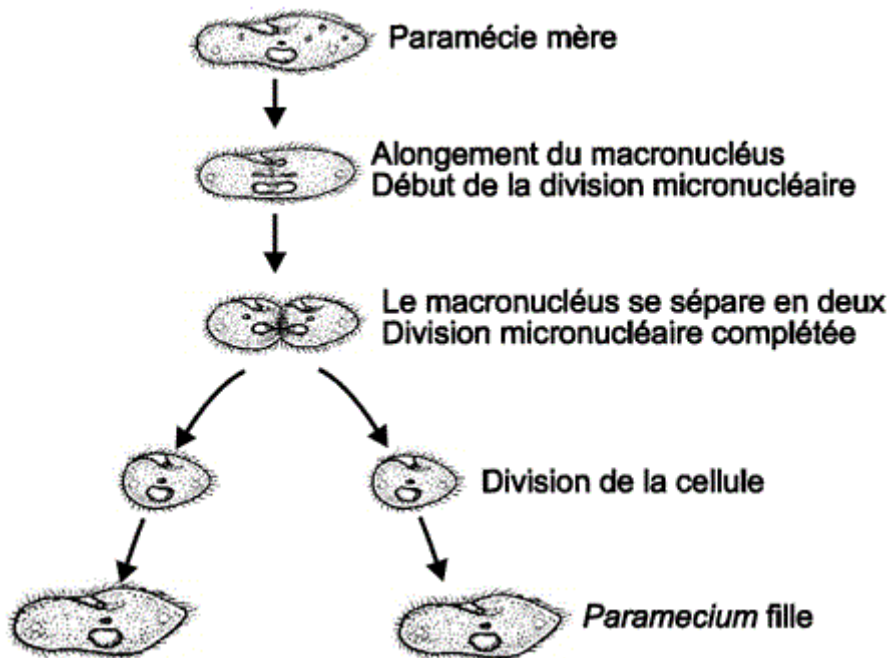
Les déchets solubles sont évacués avec l'eau rejetée par les vacuoles pulsatiles (en partie). La plus forte partie de l'excrétion est assurée par la membrane (à son travers), sans intervention d'organite. Tout le tour de la cellule est en contact avec l'eau, ce qui facilite les passages. Quand les protéines sont dégradées, les déchets sont de type azotés : les protozoaires sont dits ammoniotéliques. Les vacuoles digestives participent à l'exocytose [19], [20], [52] [65].

#### III.4.5. – Reproduction

Il existe deux types de reproduction chez les protozoaires : la multiplication asexuée et la multiplication sexuée [12], [16], [19], [20], [27], [33], [37], [39], [47], [52].

- **La multiplication asexuée.** C'est le *mode le plus répandu chez les protozoaires*, surtout quand les conditions du milieu sont défavorables. Certains protozoaires ne pratiquent que cette méthode de multiplication (figure 25). La multiplication asexuée n'implique qu'un seul parent : tous les descendants seront donc identiques. Il existe alors un risque si le milieu est modifié (devient défavorable). \***La fission binaire** : la cellule se divise en deux. C'est le type le plus courant (les protozoaires présentent deux à trois fissions binaires par jour). La *fission peut être non orientée* (comme chez les amibes [animaux sans forme précise]), *longitudinale* chez les flagellés (*Trypanosoma*) ou *transversale* chez les paramécies (ciliés). Il peut y avoir division du noyau sans division du cytoplasme : on obtient alors une forme transitoire ou résistante (*Amoeba binucleata*). Si l'on trouve un *grand nombre de noyaux*, on parle de syncytium.

**\*Le bourgeonnement (ou 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. Un *bourgeonnement dans le cytoplasme* est appelé bourgeonnement endogène. **\*Les divisions multiples ou schizogonie.** C'est un *phénomène courant chez les sporozoaires*, qui existe chez les foraminifères. Il y a une division répétée du noyau puis des divisions du cytoplasme qui forment autant d'individus qu'il y a de noyaux. Une *masse de cytoplasme va être abandonnée, puis meurt.*



**Figure 25. – Multiplication asexuée chez les protozoaires**

- **La reproduction sexuée.** Il y a formation de cellules spécialisées (les gamètes) qui s'uniront en donnant un œuf (le zygote). Ce dernier est semblable morphologiquement aux parents mais génétiquement unique. La reproduction sexuée assure une variabilité génétique de la population et donc, augmente la résistance de l'espèce aux conditions du milieu.

- **Les cycles.** On distingue *trois types de cycles schématiques biologiques des protozoaires.*

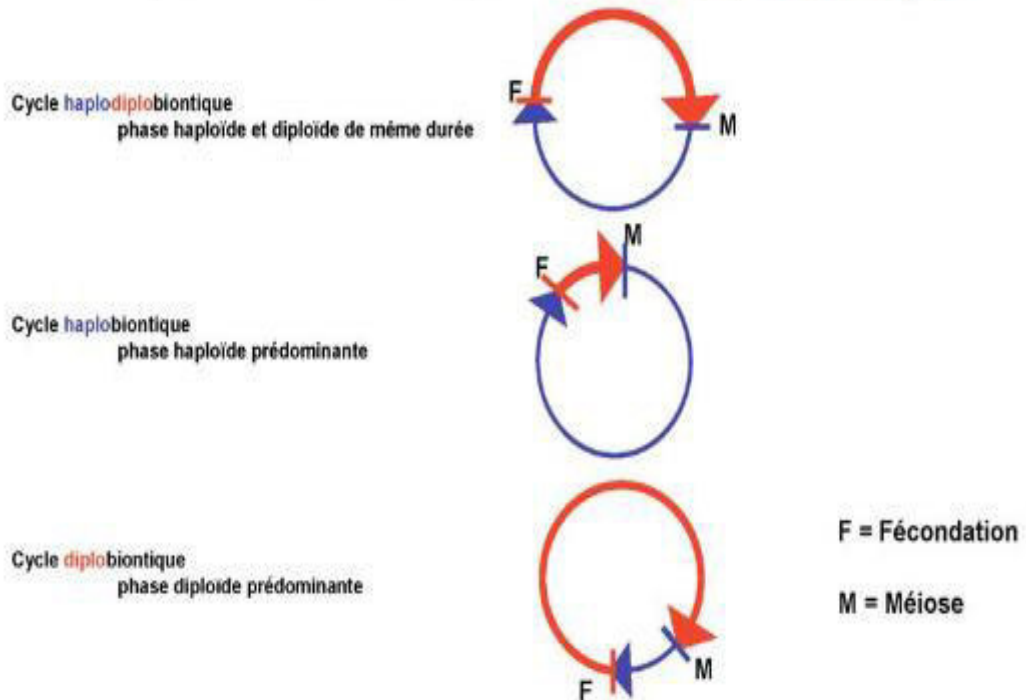
**\*Cycle haplobiontique.** La phase haploïde est longue. Seul le zygote est à l'état diploïde. La réduction chromosomique est immédiate.

**\*Cycle haplodiplobiontique.** Il y a alternance des phases haploïde et diploïde qui sont équivalentes en durée. La méiose a lieu à la fin de la vie de l'organisme diploïde. L'alternance de phase est une alternance de génération. Exemple d'*Elphydium crispum* (foraminifère). La génération diploïde présente un individu microsphérique alors que la génération haploïde montre un individu macrosphérique.

**\*Cycle diplobiontique.** Les individus sont diploïdes. La méiose intervient lors de la gamétogenèse ou pendant la rencontre des individus chez les ciliés (figure 26).

### Reproduction sexuée

**cycle de vie: alternance phase haploïde (n) et diploïde (2n)**



**Figure 26.** – Cycle de reproduction sexuée chez les protozoaires

## V\ Association avec d'autres organismes

Les protozoaires épizoïques vivent fixés sur des plantes ou sur des animaux (sur la surface corporelle). Pour la nutrition, ils sont indépendants de l'hôte. Les protozoaires endozoïques (qui *vivent dans un autre organisme*). Ils sont totalement dépendants de leur hôte. On les trouve dans les organes creux, dans les tissus ou dans les cellules. On distingue deux cas : - Mutualisme et symbiose. - Parasitisme.

**A\ Mutualisme et symbiose.** Les protozoaires entretiennent un rapport à bénéfice réciproque avec leur hôte. On détaille deux cas : *Exemples d'association tripartite* : protozoaire + bactéries + termites et protozoaire + bactéries + mammifères ruminants. Dans tous les cas, les symbiotes sont localisés dans un segment du tube digestif qui devient une chambre de fermentation. Association avec les mammifères ruminants. 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 1011 bactéries/ml et 106 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[1], [9], [10], [34], [47].

**B\ Le parasitisme.** Un parasite est un organisme qui vit au dépend d'un autre être vivant. Pour le parasite, l'association est obligatoire.

**Parasitisme chez les flagellés.** Exemple des Trypanosomides (reproduction sexuée inconnue). 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 rhodésienne*. Ils provoquent la maladie du sommeil et sévissent soit en Rhodésie, soit en Gambie. 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 [53]–[56] [65].

## Bibliographie

- [1] P. Rispaill, "Les «protistes» parasites ou opportunistes en pathologie humaine, animale et végétale : Le point sur la systématique actuelle," *Rev. Française des Lab.*, vol. 2002, no. 347, pp. 27–41, 2002.
- [2] N. A. Campbell and J. B. Reece, "Les protistes," *Biologie*, pp. 595–620, 2007.
- [3] J. Dragesco, "Les protozoaires," *Flore faune Aquat. l'Afrique Sahel. ORSTOM, Paris*, pp. 153–192, 1980.
- [4] S. M. Adl *et al.*, "The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists," *J. Eukaryot. Microbiol.*, vol. 52, no. 5, pp. 399–451, 2005.
- [5] D. J. Patterson, "The diversity of eukaryotes," *Am. Nat.*, vol. 154, no. S4, pp. 96–124, 1999.
- [6] W. Foissner, "Protist diversity and distribution: some basic considerations," *Biodivers. Conserv.*, vol. 17, no. 2, pp. 235–242, 2008.
- [7] Y. Roskov *et al.*, "Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2013 Annual Checklist," 2013.
- [8] I. I. P. , Zoologie géographique. Les animaux de nos régions au vi<sup>e</sup> siècle. Naturaliste. Paris. 24, 1902,(267-268).| 9 (r'.|, *Bibliogr. Sci. française Sci. Math. Phys. 1re Sect.*, vol. 2, p. 76, 1903.
- [9] A. Berz, "Recherches sur la distribution des protozoaires et des nématodes dans le sol de la réserve d'Aletsch," *Bull. la Murithienne*, no. 53, pp. 141–228, 1935.
- [10] S. H. Togouet *et al.*, "Composition et distribution spatio-temporelle des protozoaires ciliés dans un petit lac hypereutrophe du Cameroun (Afrique Centrale)," *Rev. des Sci. l'eau/Journal Water Sci.*, vol. 19, no. 3, pp. 151–162, 2006.
- [11] E. Yalcindag, "Origine, adaptation et évolution de Plasmodium falciparum dans un nouvel environnement: L'analyse d'une espèce invasive." Montpellier 2, 2011.
- [12] A. Adoutte, A. Germot, H. Le Guyader, and H. Philippe, "Que savons-nous de l'histoire évolutive des Eucaryotes? 2. De la diversification des protistes à la radiation des multicellulaires," 1996.
- [13] J. Générmont and M. Lamotte, "Place et rôle de l'adaptation dans l'évolution des organismes," *Ital. J. Zool.*, vol. 53, no. 3, pp. 215–237, 1986.
- [14] P.-P. Grassé and D.-A. Doumenc, "Zoologie," Masson, 1970.
- [15] W. Jacques, "Traité de Zoologie (Anatomie, Systématique, Biologie), publié sous la direction de M. Pierre-P. Grasse.—Tome I (fascicule I): Phylogénie; Protozoaires: Généralités; Flagellés," *Bull. Mens. la Société linnéenne Lyon*, vol. 21, no. 10, pp. 259–260, 1952.
- [16] J. Dragesco and A. Dragesco-Kernéis, *Ciliés libres de l'Afrique intertropicale: introduction à la connaissance et à l'étude des Ciliés*, no. 26. IRD Editions, 1986.
- [17] P. E. Faure-Fremiet, "Cils vibratiles et flagelles," *Biol. Rev.*, vol. 36, no. 4, pp. 464–533, 1961.

- [18] J. Théodoridès, "Sporozoaires (grégarines et coccidies) paraistes d'arthropodes d'Iran," *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, vol. 36, no. 1–2, pp. 17–38, 1961.
- [19] P. Satir, "Structure and function in cilia and flagella," in *Structure and Function in Cilia and Flagella/Trichocystes, Corps Trichocystoïdes, Cnidocystes et Colloblastes*, Springer, 1965, pp. 1–52.
- [20] J. E. Darnell, H. Lodish, and D. Baltimore, *Molecular cell biology*, vol. 2. Scientific American Books New York, 1990.
- [21] R. Douce, M. A. Block, A.-J. Dorne, and J. Joyard, "The plastid envelope membranes: their structure, composition, and role in chloroplast biogenesis," in *Subcellular biochemistry*, Springer, 1984, pp. 1–84.
- [22] T. J. G. Ettema, "Evolution: mitochondria in the second act," *Nature*, vol. 531, no. 7592, p. 39, 2016.
- [23] C. Meyer, "sc., 2009, Dictionnaire des Sciences Animales," *line [archive]. Montpellier, Fr. Cirad.[consultation 28/01/2010]*.
- [24] G. Zalzman, V. Closson, N. Honoré, B. Olofsson, and A. Tavitian, "Participation de la cascade des gènes Rho à la régulation du cytosquelette: rôle possible dans les mécanismes d'oncogenèse.," 1995.
- [25] A. Caluch, "Rôle de la tension interne du cytosquelette et de la mécanotransduction dans le contrôle de la perméabilité de l'endothélium vasculaire pulmonaire agressé." Paris Est, 2013.
- [26] L. Tremuth, "Le rôle de la taline dans la connexion des intégrines au cytosquelette: une étude structurale et fonctionnelle." Strasbourg 1, 2004.
- [27] M. Mazet, "Culture in vitro et caractérisation d'enzymes hydrogénosomales chez *Histomonas meleagridis*, protozoaire flagellé parasite de gallinacés." Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II; Université d'Auvergne-Clermont-Ferrand I, 2007.
- [28] E. Jagu, "Design, synthesis and biological evaluation of new polyamine derivatives as antikinoplastid agents." Université Paris-Saclay, 2016.
- [29] B. S. C. Leadbeater, Q. Yu, J. Kent, and D. J. Stekel, "Three-dimensional images of choanoflagellate loricae," *Proc. R. Soc. London B Biol. Sci.*, vol. 276, no. 1654, pp. 3–11, 2009.
- [30] M. Carr, B. S. C. Leadbeater, and S. L. Baldauf, "Conserved meiotic genes point to sex in the choanoflagellates," *J. Eukaryot. Microbiol.*, vol. 57, no. 1, pp. 56–62, 2010.
- [31] H. Van Keulen *et al.*, "Unique phylogenetic position of Diplomonadida based on the complete small subunit ribosomal RNA sequence of *Giardia ardeae*, *G. muris*, *G. duodenalis* and *Hexamita* sp.," *FASEB J.*, vol. 7, no. 1, pp. 223–231, 1993.
- [32] P. P. Grassé, "Ordre des trichomonadines," in *Traité de Zoologie*, vol. 1, Masson Paris, 1952, p. 704.
- [33] S. A. Karpov, "Flagellar apparatus structure of choanoflagellates," *Cilia*, vol. 5, no. 1, p. 11, 2016.
- [34] T. Cavalier-Smith, "The phagotrophic origin of eukaryotes and phylogenetic

- classification of Protozoa.," *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, vol. 52, no. 2, pp. 297–354, 2002.
- [35] O. R. Anderson, *Radiolaria*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [36] G. Lecointre, H. Le Guyader, and D. Visset, *Classification phylogénétique du vivant*, vol. 2. Belin Paris, 2001.
- [37] M. Zhou *et al.*, "High prevalence of *Plasmodium malariae* and *Plasmodium ovale* in malaria patients along the Thai-Myanmar border, as revealed by acridine orange staining and PCR-based diagnoses," *Trop. Med. Int. Heal.*, vol. 3, no. 4, pp. 304–312, 1998.
- [38] J. M. Santos, M. Lebrun, W. Daher, D. Soldati, and J.-F. Dubremetz, "Apicomplexan cytoskeleton and motors: key regulators in morphogenesis, cell division, transport and motility," *Int. J. Parasitol.*, vol. 39, no. 2, pp. 153–162, 2009.
- [39] J. Rigoulet *et al.*, "Toxoplasmosis in a bar-shouldered dove (*Geopelia humeralis*) from the Zoo of Clères, France," *Parasite*, vol. 21, 2014.
- [40] C.-W. Li, J.-Y. Chen, J. H. Lipps, F. Gao, H.-M. Chi, and H.-J. Wu, "Ciliated protozoans from the precambrian doushantuo formation, Wengan, South China," *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, vol. 286, no. 1, pp. 151–156, 2007.
- [41] J. Théodoridès, "Etat des connaissances sur la structure des Protozoaires avant la formulation de la Théorie cellulaire.," *Rev. Hist. Sci. Paris.*, vol. 25, no. 1, pp. 27–44, 1972.
- [42] J. Zrzavý and V. Hypša, "Myxozoa, Polypodium, and the origin of the Bilateria: the phylogenetic position of 'Endocnidozoa' in light of the rediscovery of Buddenbrockia," *Cladistics*, vol. 19, no. 2, pp. 164–169, 2003.
- [43] M. E. Siddall, D. S. Martin, D. Bridge, S. S. Desser, and D. K. Cone, "The demise of a phylum of protists: phylogeny of Myxozoa and other parasitic Cnidaria," *J. Parasitol.*, pp. 961–967, 1995.
- [44] M. Fall, A. Fomena, B. Kostoïngué, C. Diebakate, N. Faye, and B. S. Toguebaye, "Myxosporidies (Myxozoa, Myxosporea) parasites des poissons Cichlidae du Cameroun, du Sénégal et du Tchad avec la description de deux nouvelles espèces," in *Annales des Sciences Naturelles-Zoologie et Biologie Animale*, 2000, vol. 21, no. 3, pp. 81–92.
- [45] S. Raghukumar, "Ecology of the marine protists, the Labyrinthulomycetes (Thraustochytrids and Labyrinthulids)," *Eur. J. Protistol.*, vol. 38, no. 2, pp. 127–145, 2002.
- [46] J. O. Corliss, "The kingdom Protista and its 45 phyla," *BioSystems*, vol. 17, no. 2, pp. 87–126, 1984.
- [47] C. M. Wenyon, "Protozoology. A manual for medical men, veterinarians and zoologists, vol. 2," *Protozool. A Man. Med. Men, Vet. Zool. Vol. 2*, 1926.
- [48] D. J. G. Lahr, L. W. Parfrey, E. A. D. Mitchell, L. A. Katz, and E. Lara, "The chastity of amoebae: re-evaluating evidence for sex in amoeboid organisms," *Proc. R. Soc. London B Biol. Sci.*, vol. 278, no. 1715, pp. 2081–2090, 2011.
- [49] C. Wyss and D. Cherix, *Traité d'Entomologie Forensique: Les insectes sur la scène de crime*. PPUR Presses polytechniques, 2013.

- [50] P.-P. Grassé, *Treatise on zoology. Anatomy, systematics, biology. Volume VIII. Insects. Parts III. Integument, nervous system, sensory organs.* Masson., 1975.
- [51] C. Lévi-Strauss, "Guillaume Lecointe & Hervé Le Guyader, Classification phylogénétique du vivant. Illustrations de Dominique Visset. Publié avec le concours du Centre national du livre. Paris, Belin, 2001, 543 p., annexes, bibl., index, tabl.," *L'Homme. Rev. française d'anthropologie*, no. 162, pp. 309–312, 2002.
- [52] E. Fauré-Fremiet, "Associations infusoriennes à Beggiatoa," *Hydrobiologia*, vol. 3, no. 1, pp. 65–71, 1951.
- [53] G. Aumont, R. Pouillot, R. Simon, G. Hostache, H. Varo, and N. Barré, "Parasitisme digestif des petits ruminants dans les Antilles françaises," *Prod. Anim. 1 (10)*, 79-89.(1997), 1997.
- [54] G. Desmonts, J. Couvreur, F. Alison, J. Baudelot, J. Gerbeaux, and M. Lelong, "etude epidemiologique sur la toxoplasmose-de influence de la cuisson des viandes de boucherie sur la frequence de linfection humaine," *rev. fr. d etudes Clin. Biol.*, vol. 10, no. 9, p. 952, 1965.
- [55] M. Dollet, J. Giannotti, M. Ollagnier, and C. Vago, "Observation de protozoaires flagellés dans les tubes criblés de palmiers à huile malades," *Comptes Rendus Hebd. des Séances l'Académie des Sci. Série D, Sci. Nat.*, vol. 284, no. 8, pp. 643–645, 1977.
- [56] N. Senn, E. Fasel, S. de Vallière, and B. Genton, "Troubles digestifs associés aux protozoaires et aux helminthes: prise en charge par le médecin de famille.," *Rev. Med. Suisse*, no. 273, p. 2292, 2010.

## Webographie

- [57] [http://www.histordefrance.fr/encyclopedie/sciences\\_naturelles/p/protozoaires.htm](http://www.histordefrance.fr/encyclopedie/sciences_naturelles/p/protozoaires.htm)
- [58] <http://planete.gaia.free.fr/animal/proto/amibes.html>
- [59] <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=17189&def=plasmalemm>
- [60] <http://docplayer.fr/44061959-Sommaire-chapitre-1-organisation-generale-de-la-cellule.html>
- [61] <http://mybiologie.blogspot.com/2016/05/appareil-de-golgi.html>
- [62] <http://www.jpb-imagine.com/Sharjah/2/23adn/doc23/Paramecie.html>
- [63] [http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2010\\_Lille\\_Aliouat\\_Parasitologie/co/3\\_protozooses.html](http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2010_Lille_Aliouat_Parasitologie/co/3_protozooses.html)
- [64] <http://www.vdsciences.com/pages/sciences-biologiques/biologie-animale/zoologie-descriptive/bio-animale-7-protozoaires.html>
- [65] <http://www.vdsciences.com/pages/sciences-biologiques/biologie-animale/zoologie-descriptive/bio-animale-7-protozoaires.html>
- [66] <https://www.universalis.fr/classification/sciences-de-la-microbiologie/protistologie/cilies/>
- [67] [http://www.ured-douala.com/download/zoologie\\_ba\\_%20222\\_chapitre\\_v\\_n.pdf](http://www.ured-douala.com/download/zoologie_ba_%20222_chapitre_v_n.pdf)
- [68] [http://www.uy1.uninet.cm/images/fs/syllabus/syllabus%20\\_boa315.pdf](http://www.uy1.uninet.cm/images/fs/syllabus/syllabus%20_boa315.pdf)