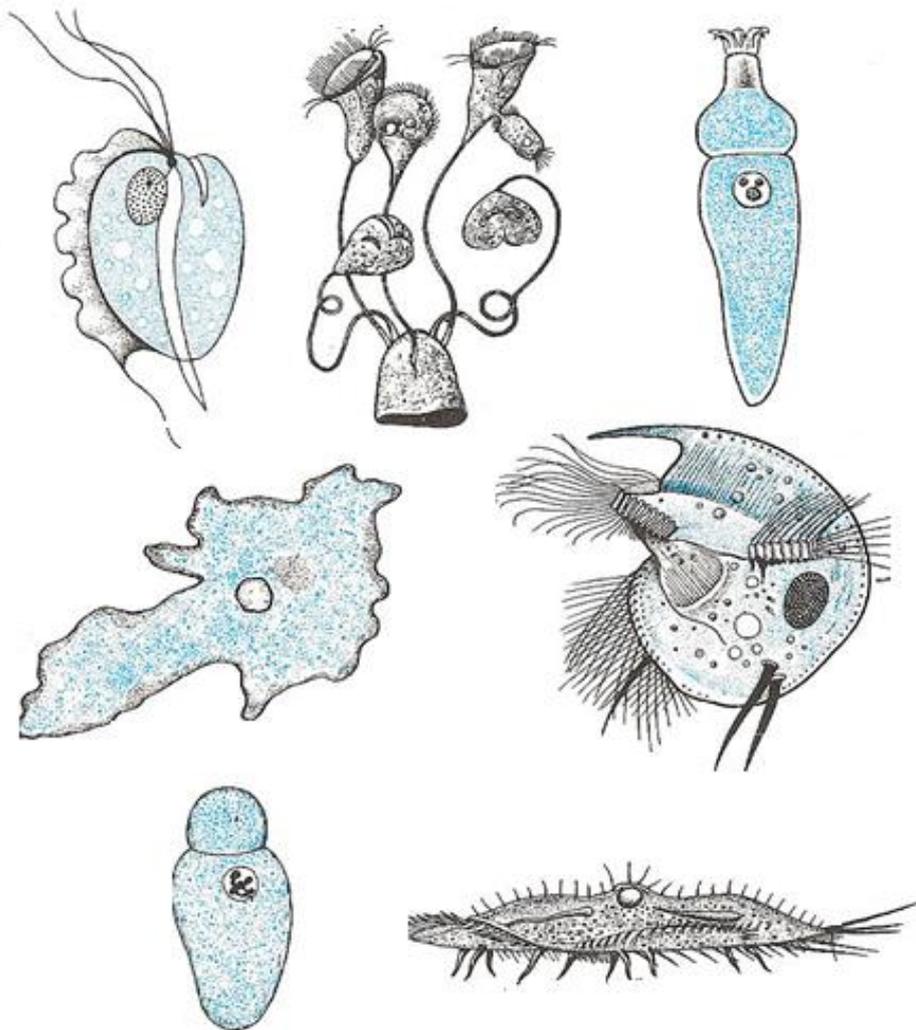


Cours de Zoologie

Protozoaires parasites



Présenté par : Mr CHELLI A.

Sommaire

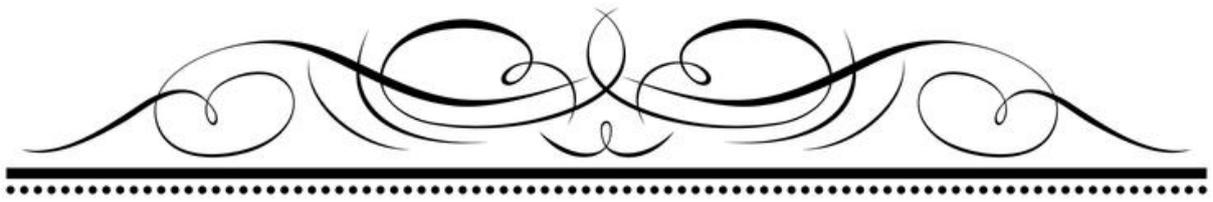
Avant-propos

Avis aux étudiants

Etymologie

.....	1
Chapitre I. Introduction et définitions	4
I. Caractères structuraux des Protozoaires.....	4
II. Fonctions des organismes Protozoaires.....	5
II.1. Locomotion.....	5
II.1.1. Cils et flagelles.....	5
II.1.2. Pseudopodes.....	5
II.2. Excrétion et osmoregulation.....	6
III. Nutrition.....	6
III.1. La nutrition des phagotrophes ou nutrition holozoïque.....	7
III.2. La nutrition des osmotrophes ou nutrition saprozoïque.....	7
IV. Mode de vie.....	7
V. Enkystement et dekystement.....	7
VI. Reproduction.....	8
VI.1. Reproduction asexuée (agamogonie).....	8
VI.2. Reproduction sexuée (gamogonie).....	10
VII. Cycles de reproduction.....	10
VIII. Systématique.....	11
Chapitre II. Phylum des Sarcomastigophora	13
I. Le Sous phylum des Mastigophora.....	13
II. Le Sous Phylum des Sarcodina.....	21
Chapitre III. Phylum des Ciliophora	28

Chapitre IV. Phylum des Apicomplexa	.....34
Chapitre V. Etude de quelques espèces parasites	.....36
I. Les différents cycles parasitaires	.....36
I.1. Cycle monoxène	.....36
I.2. Cycle hétéroxène avec un hôte intermédiaire	.....37
I.3. Cycle hétéroxène avec deux hôtes intermédiaires	.....37
II. Etude du cycle parasite de <i>Trypanosoma gambiens</i>	.....38
III. Etude du cycle parasite de <i>Leishmania donovani</i>	.....39
IV. Etude du cycle parasite de <i>Giardia intestinalis</i>	.....41
V. Etude du cycle parasite d'<i>Entamoeba histolitica</i>	.....42
VI. Etude du cycle parasite d'<i>Eimeria perforans</i>	.....44
VII. Etude du cycle parasite de <i>Plasmodium falciparum</i>	.....45
Bibliographie	.....48

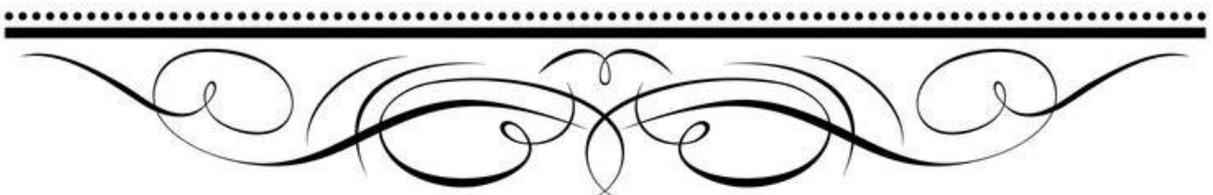


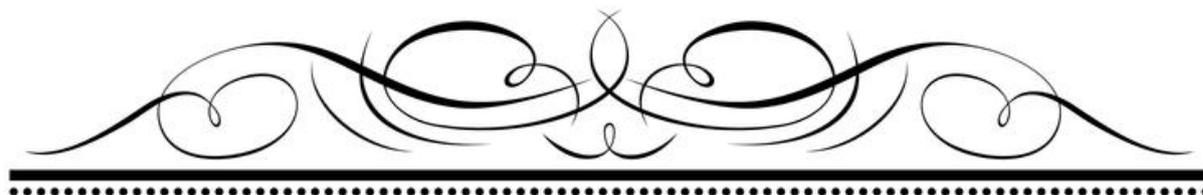
Avant-propos

Réalisé sous forme concise, ce cours de Zoologie a été conçu et organisé comme un ouvrage didactique destiné aux étudiants du premier cycle scientifique des universités : Biologie ; Médecine et Pharmacie. Toutefois, sa conception en fait également un outil intéressant pour les étudiants en para médical et science infirmière, avec l'ambition de mettre à leur disposition une synthèse claire et moderne du savoir sur les différents phylums du sous règne des Protozoaires. Il a pour objectif de fournir une documentation simple illustrant l'organisation et le fonctionnement des organismes protozoaires. Il expose d'une part l'aspect systématique, morphologiques et anatomiques, et d'autre part les aspects parasitaires. C'est dans cet esprit et avec cet objectif que ce cours est construit. Toutefois, ce document, ne présentera pas de façon exhaustive le sous règne des protozoaires. Les parasites, trop rares ou ayant un rôle marginal en pathologie humaine, ne sont pas développés dans ce polycopie. L'accent sera mis uniquement sur ceux d'intérêt médical et vétérinaire.

Après la lecture de ce polycopie l'étudiant sera en mesure de :

- comprendre les principales caractéristiques des Protozoaires ;
- identifier les différents embranchements (Phylums) des Protozoaires et comprendre les critères morphologiques qui ont permis cette classification ;
- découvrir des cycles évolutifs type qui montrent la sexualité des Protozoaires sous sa forme sexuée et asexuée ;
- voir des exemples de quelques protozoaires parasites et découvrir les maladies transmises à l'homme et aux autres vertébrés.





Avis aux étudiants

Ce cours est mis à disposition pour :

- ✓ permettre aux étudiants de vérifier et d'approfondir le contenu des notes prises à l'amphithéâtre.
- ✓ fournir une aide à celles et ceux qui, à la suite d'une absence ou d'un moment d'inattention, possèdent un cours incomplet, ils peuvent alors aisément se mettre à jour rapidement.
- ✓ fournir aux étudiants qui le souhaitent des compléments scientifiques (parfois hors programme).

Ce cours ne correspond pas forcément à celui fait à l'amphithéâtre qui est le seul valide car le cours en ligne permet seulement de combler des lacunes.

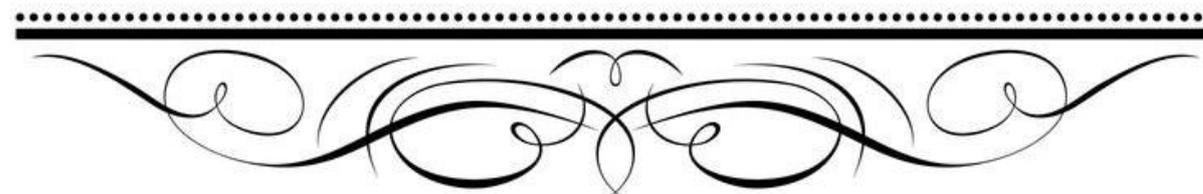
En aucun cas cette version électronique ne peut remplacer le cours manuscrit et personnel de chaque étudiant, qui demeure obligatoire. Le plus simple et le plus efficace est de le faire pendant le cours, en demandant au besoin l'aide de l'enseignant.

Recommandations :

- Il est inutile d'essayer d'apprendre un cours avant de l'avoir compris.
- L'apprentissage par cœur est une tâche généralement inutile et inefficace.
- Les méthodes d'apprentissage sont diverses. Chaque étudiant doit trouver (inventer) celle qui lui convient le mieux.

«On fait la science avec des faits comme une maison avec des pierres, mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison.»

Henri Poincaré





Etymologie de quelques termes employée en Zoologie

On ne peut mémoriser que ce que l'on comprend. L'effort se limitera aux racines. Basées sur cette démarche, l'étymologie est à la portée de tous.

I : L'apparence physique

Les scientifiques ont nommé beaucoup d'êtres vivants simplement en décrivant leurs caractéristiques physiques

A- Les noms des parties du corps

Acanth(o) : épine
Bléph- / **bléphar(o)-** : cil
Brachi- : bras
Céphal- : tête
Chondr- : cartilage
Cyst- : vessie, poche
Dactyl- ou **digit-** : doigt
Derm- : peau
Gastr- / **gastér-** : ventre
Gnath- : mâchoire
Hépat- / **hépar-** : foie
Kerat- / **cér(o/a/ato)-** : corne

Odo- / **odonto-** : dent
Onych(o)- : ongle
Ophtalm- ou **ocul-** : oeil
Osti- / **osté-** / **osto-** : os
Pleur(o)- : côté, flanc
Pod(o)- ou **pèd(i)-** : pied
Pogon- : barbe
Ptér- / **ptéryg(o)-** / **ptéryx-** : nageoire, aile
Rhin(o)- ou **nas-** / **nar-** : nez
Rostr- : bec, éperon
Spondyl- : vertèbre
Stern- ou **stètho-** : poitrine
Stom- / **stomato-** : bouche

B- La localisation

Amphi- : de part et d'autre, autour
Opistho- : derrière, en arrière

C- Les couleurs

Chlor(o)- : vert
Chrom(ato)- : la couleur
Chrys- ou **auratus** : doré
Cyan- : bleu
Erythr- ou **rubr-** : rouge
Leuc- ou **arg-** ou **alb-** ou **candid-** : blanc
Mélan- ou **nigr-** : noir
Sidér- : fer



D- Les nombres

Mono- ou uni- : un seul	Di- : deux
Tri- : trois	Tétra- ou quadr- / quatr- : quatre
Penta- ou quinqu- : cinq	

E- Les tailles

Micr(o)- : petit	Brachy- ou brevi- : court
Macr(o)- ou long- : long	Méga- : grand
Gigant- : gigantesque	Pachy- ou crass- : épais

F- Les rayures, points et bandes

Fasciatus : zébré (octofasciatus : à huit bandes)
Lineatus : zébré (trilineatus : à trois bandes)
Maculatus : tacheté (trimaculatus : à trois taches)
Picturatus : bariolé
Punctatus : avec des points
Radiatus : rayé
Scriptus : gribouillé

II : Les habitudes alimentaires

On trouve fréquemment deux suffixes -phage et -vore qui signifient « qui mange ».
On peut encore mentionner troph-. Selon ce qui est au menu, on aboutit à différentes formations :

A -Vore

Détritivore : qui mange des déchets organiques
Psammivore : du sable
Piscivore : des poissons

B -Phage

Icthyophage : qui mange des poissons
Phytophage : des végétaux
Planctonophage : du plancton
Scatophage : des excréments
Zoophage : des animaux

C -Trophe

Autotrophe : qui fabrique sa substance à partir d'éléments non organiques
Hétérotrophe : à partir d'éléments organiques
Trophique : relatif à la nourriture



III : Les ressemblances

C'est parce qu'elles ressemblent à d'autres espèces ou formes connues que certaines espèces ont été baptisées ; ces analogies sont nombreuses.

A- La ressemblance avec des objets

- **Un anneau (anellus) :** les annélides forment un groupe important dont le corps est composé d'une série de segments, ressemblant à autant d'anneaux.
- **Une noix à écorce molle (mollusca nux) :** les mollusques regroupent un grand nombre d'espèces qui ont un corps mou dans une coquille dure.
- **Une croûte (crusta) :** les crustacés sont recouverts d'une enveloppe dure, la carapace.
- **Une flèche (sagitta) :** le Sagitta setosa est un chétognathe dont le corps a la forme d'une flèche.
- **De la mousse (bryon) :** l'embranchement des bryozoaires se compose d'êtres dont la formation en colonie évoque de la mousse.
- **Une ortie (cnidè) :** les anémones de mer et les méduses sont des cnidaires à cellules urticantes.
- **Des fleurs (anthos) :** les anthozoaires ressemblent à des fleurs, comme l'anémone de mer.
- **Un peigne (ctenos) :** les cténares se déplacent grâce à des palettes natatoires en forme de peigne.
- **Une coupe (scyphos) :** les scyphozoaires ont une forme de coupe comme la méduse.
- **Une rame (copè) :** les copépodes ont des appendices en forme de rame.

B- La ressemblance avec des animaux

- **Le cheval (hippos) :** l'hippocampe est, étymologiquement parlant, un « cheval des mers ».
- **Un hérisson (échino) :** certains échinodermes, comme les oursins, ont une surface recouverte de piquants.
- **La tortue (chelys) :** le nom scientifique de la tortue-luth est Dermochelys coriacea.



ETUDE DU SOUS REGNE DES PROTOZOAIRES

CHAPITRE I. INTRODUCTION ET DEFINITIONS

Le règne animal comporte des formes de taille, de structure et de milieux de vie très variables. Des tendances de classification de ces formes très variables ont eu lieu depuis l'aube de l'humanité. Elle est revue au fur et à mesure que la science progresse. Le règne animal est formé de deux grands groupes : les Protozoaires (animaux unicellulaires, eucaryotes hétérotrophes) et les Métazoaires (animaux pluricellulaires). Les Protozoaires sont formés par une seule cellule, chez certains groupes, les cellules s'organisent en amas, mais ils passent toujours à un stade de leur développement par le stade unicellulaire libre. Ils peuvent être libres, parasites ou symbiotes.

Les Protozoaires (du grec *protos* = premier ; *zoôn* = animal) sont des organismes unicellulaires, généralement microscopiques. Leur taille est comprise entre 1 et 600 μm . Les plus petits sont les Sporozoaires ainsi que certains parasites intracellulaires. Les plus grands sont les Amibes qui peuvent atteindre jusqu'à 5mm.

Ils furent observés pour la première fois il y a 300 ans par Antoni Von Leeuwenhoek. Ceux sont des organismes, mobiles au moins à un stade de leur développement par des cils, flagelles ou par pseudopodes. Malgré la simplicité de leur organisation, ils demeurent des organismes autonomes assurant toutes leurs fonctions vitales.

Ils vivent exclusivement dans l'eau ou dans les sols humides ou à l'intérieur d'un organisme (dans le mucus pulmonaire, l'intestin, la panse de certains animaux...) ; dès que l'humidité vient à manquer, certains protozoaires s'enkystent jusqu'à ce que les conditions redeviennent favorables à la vie.

Ils se nourrissent par phagocytose ou par osmose ; ils jouent donc un rôle important dans la nature. Ils détruisent, pour s'en nourrir, une foule de bactéries pathogènes et surtout d'agents de putréfaction, en même temps que certains sont les agents de maladies qui peuvent être très dévastatrices.

I. Caractères structuraux des Protozoaires

- Animaux primitifs (premiers animaux apparus)
- Organismes microscopiques unicellulaires mobiles durant au moins un stade de leur vie
- Espèces autonomes et totipotentes (cellules assure plusieurs fonctions)
- Espèces fondamentalement hétérotrophes



- Colonisent tous les milieux humides (eaux, sols humides ou à l'intérieur d'un organisme)
- Espèces libres, parasites, symbiotes ou commensales
- Se nourrissent par osmose (parasites) ou par phagocytose (libres)
- Reproduction asexuée, rarement sexuée
- Cytoplasme Constitué de deux parties : Endoplasme et ectoplasme
- Membrane Cytoplasmique mince résistante et élastique
- Organites Cytoplasmiques : Noyau, chondriome, appareil de golgi, vacuoles digestives et pulsatiles, centrosome et inclusions inertes
- Appareil locomoteur : Pseudopodes, cils et flagelles

II. Fonctions des organismes Protozoaires

Vu la diversité de leurs formes, mode de vie, habitat, nutrition etc, plusieurs fonctions sont propres au sous-règne des protozoaires.

II.1. Locomotion

Les organites locomoteurs sont principalement les cils, les flagelles et les pseudopodes

II.1.1. Cils et flagelles

Plusieurs cellules de protozoaire et de métazoaires utilisent ces structures pour la locomotion. Il n'y a pas de différence morphologique entre cils et flagelles. Ce sont des structures formées d'un axonème, cylindre de microtubules en arrangement $(9+2) = 9$ paires de microtubules périphériques et 2 microtubules centraux. Toutefois, le cil est plus court et propulse l'eau parallèlement à la surface qui le porte en effectuant des mouvements pendulaires alors que le flagelle propulse l'eau parallèlement à son axe par des mouvements ondulatoires. L'axonème est recouvert par la membrane plasmique. A son point de pénétration dans le cytoplasme, la paire de tubules centraux s'interrompt et un microtubule s'ajoute à chaque paire périphérique pour former le cinétosome. Le cinétosome est un tube court de 9 triplets de microtubules, de constitution identique à celle des centrioles qui organisent le fuseau mitotique. Tous les cils et flagelles de protozoaires et métazoaires possèdent à leur base un cinétosome également appelé corpuscule basal, granule basal ou blépharoplaste.



II.1.2. Pseudopodes

Les pseudopodes (pseudo = faux, podos= pied) constituent le principal moyen de locomotion des amibes mais sont présents chez tous les animaux. Chez les protozoaires, les pseudopodes existent sous diverses formes.

- **Les lobopodes** sont des pseudopodes larges contenant ectoplasme et endoplasme.
- **Les filipodes** sont des extensions fines souvent ramifiées ne contenant que l'ectoplasme.
- **Les réticulopodes** sont des pseudopodes semblables aux filipodes qui se rejoignent pour former un réseau en forme de filet.
- **Les axopodes** sont des pseudopodes constituant des filaments axiaux longs et fins contenant des microtubules arrangés en spirale où se meuvent parfois des portions de cytoplasme. Les axopodes peuvent s'allonger ou se rétracter, permettant à l'organisme de se déplacer en roulant tel un ballon.

II.2. Excrétion et osmoregulation

Les Protozoaires disposent de vacuoles contractiles qui se remplissent de liquide et se vident par intermittence, souvent appelées vésicules d'expulsion d'eau, elles jouent un rôle dans l'osmorégulation. Chez les protozoaires vivant en eau fraîche, elles sont beaucoup plus actives que chez les endosymbiotes pour qui le milieu extérieur est plus isosmotique (à la même pression osmotique).

L'excrétion des déchets du métabolisme se fait généralement par diffusion. Chez les amibes, les vacuoles contractiles se forment par fusion progressive de petites vacuoles, puis s'accolent à la membrane plasmique pour vider leur contenu à l'extérieur. Chez certains ciliés (*Paramecium*), les vacuoles contractiles ont une position fixe et se contractent par alternance.

III. Nutrition

Les protozoaires peuvent être classés en 2 groupes : Les autotrophes et les hétérotrophes (selon qu'ils synthétisent ou ne synthétisent pas leurs constituants organiques à partir des substrats minéraux). Les autotrophes se nourrissent grâce à une activité photosynthétique.

Chez les hétérotrophes, on distingue les phagotrophes (se nourrissent par phagocytose) et les osmotrophes (se nourrissent par absorption de petites molécules dissoutes)



III.1. La nutrition des phagotrophes ou nutrition holozoïque

Dans ce type de nutrition, les protozoaires capturent leurs nutriments ou leurs proies par des pseudopodes, par succion ou par action combinée de flagelles et d'une collerette. Les particules à digérer sont généralement contenues dans des vacuoles alimentaires ou phagosomes. Les lysosomes contenant des enzymes fusionnent alors avec les phagosomes.

Chez certains protozoaires (Ciliés, Flagellés et Apicomplexa), le site de phagocytose est une structure buccale bien définie appelée cytostome et une structure d'expulsion de déchet appelée cytoprocte ou cytoproct.

III.2. La nutrition des osmotrophes ou nutrition saprozoïque

Elle se fait par pinocytose ou par diffusion (mode de nutrition des espèces endosymbiotes). Certaines molécules importantes, telles que le glucose et les aminoacides seraient fournies par diffusion facilitée et transport actif.

IV. Mode de vie

Les protozoaires sont en majorité hétérotrophes libres aquatiques. Certains sont symbiotes, d'autres mènent une vie commensale ou parasite.

- ✓ **La symbiose** est le fait que deux êtres d'espèces différentes vivent ensemble dans une relation intime.
- ✓ Si l'un des individus en profite sans affecter l'autre on parle de **commensalisme** (Ex ciliés dans la panse des ruminants).
- ✓ Quand l'association des symbiotes est à bénéfices réciproques c'est le **mutualisme** (Ex : Algues + champignons = Lichens).
- ✓ Si l'un des individus en profite en affectant l'autre il s'agit du **parasitisme** (Ex : *Plasmodium* chez l'homme. L'un des symbiotes est le parasite et l'autre est l'hôte).

V. Enkystement et dekystement

Les protozoaires qui se rencontrent partout où la vie existe sont extrêmement aptes à l'adaptation. Ils survivent aux conditions drastiques des habitats qu'ils occupent grâce à leur capacité de développer des kystes, formes quiescentes recouvertes d'une coque résistante peu perméable et supportant des conditions environnementales difficiles. Il y a alors lyse des organites spécialisés telles que cils et flagelles, déshydratation du cytoplasme, ralentissement du métabolisme etc... Pour certaines espèces, l'enkystement est cyclique et propre à des stades de développement précis. Pour d'autres, il est la conséquence de changements



environnementaux tels que la dessiccation, l'hypoxie, le changement de pH et de température ainsi que la déficience du milieu en éléments nutritifs. Les kystes favorisent par ailleurs, la dissémination des espèces. Dès le retour de conditions favorables, le kyste s'ouvre et le protozoaire reprend la vie active après avoir régénéré ses structures.

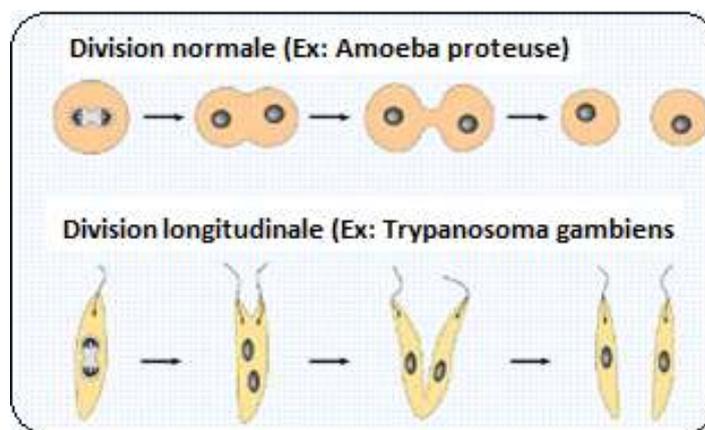
VI. Reproduction

Le mode principal de reproduction chez les Protozoaires est la reproduction asexuée, mais la reproduction sexuée est également commune.

VI.1. Reproduction asexuée (agamogonie) : La multiplication asexuée ou agamogonie correspond à une fragmentation de l'individu et comporte une ou plusieurs mitoses. La division du cytoplasme (plasmotomie) suit la division du noyau (caryocinèse). C'est le mode le plus fréquent, il y'a plusieurs types :

A. Division binaire : C'est une division au cours de laquelle l'individu se sépare littéralement en deux pour produire deux individus identiques et de même taille. Elle est longitudinale (chez les Flagellés) ou transversale (chez les Ciliés) et résulte. On distingue :

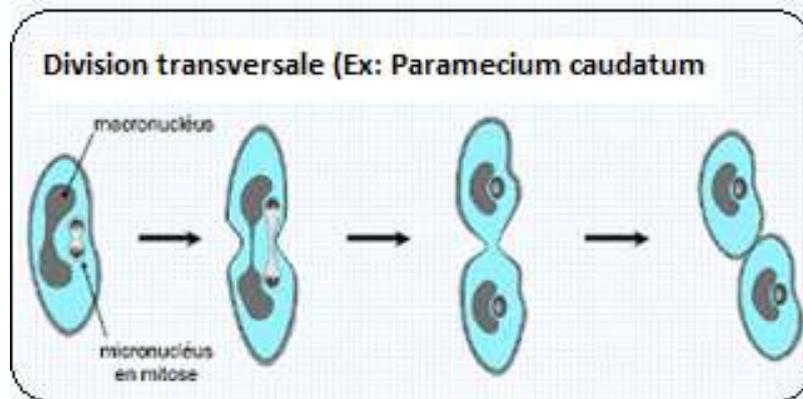
- ✓ **Division normale** (Exemple : *Amoeba proteus*)
- ✓ **Division longitudinale** (Exemple : *Trypanosoma gambiense*)



Division normale et longitudinale

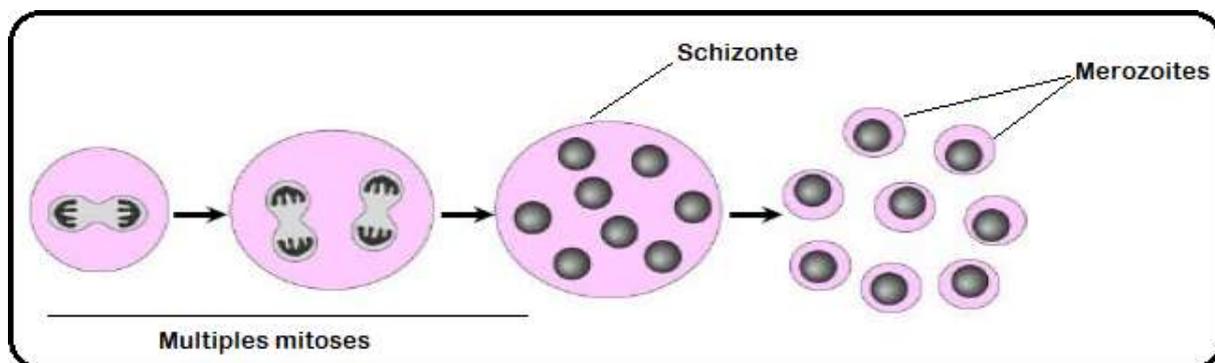


✓ **Division transversale chez les ciliées**



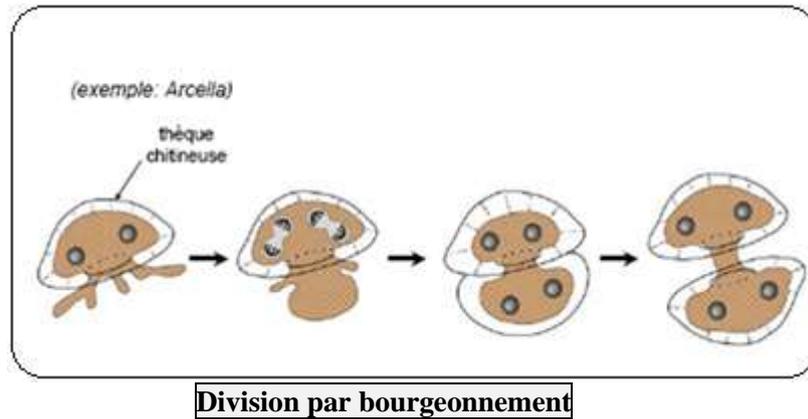
Division transversale chez Paramécie

B. Division multiple (schizogonie) : est une fusion multiple où le parent multinucléé se divise en plusieurs cellules de taille semblable. Le noyau se divise plusieurs fois et le cytoplasme ne se divise qu'après la fin de la division nucléaire par un simple découpage des territoires renfermant chacun un noyau fils. Les éléments obtenus sont appelés schizozoètes. Ces phénomènes sont particulièrement développés chez les formes parasites.



Division multiple par Schizogonie (Ex : *Plasmodium falciparum*)

C. Bourgeonnement (gemmiparité) : Phénomène au cours duquel une extension de l'organisme se sépare et produit un nouvel Individu. Un ou plusieurs bourgeons s'organisent sur le corps maternel suivant un mode définie il s'en détache ensuite et reforme un individu complet. Ce mode de multiplication n'existe que chez les infusoires : un fragment du macronucléus passe dans le bourgeon qui se libère peu à peu de la cellule mère.

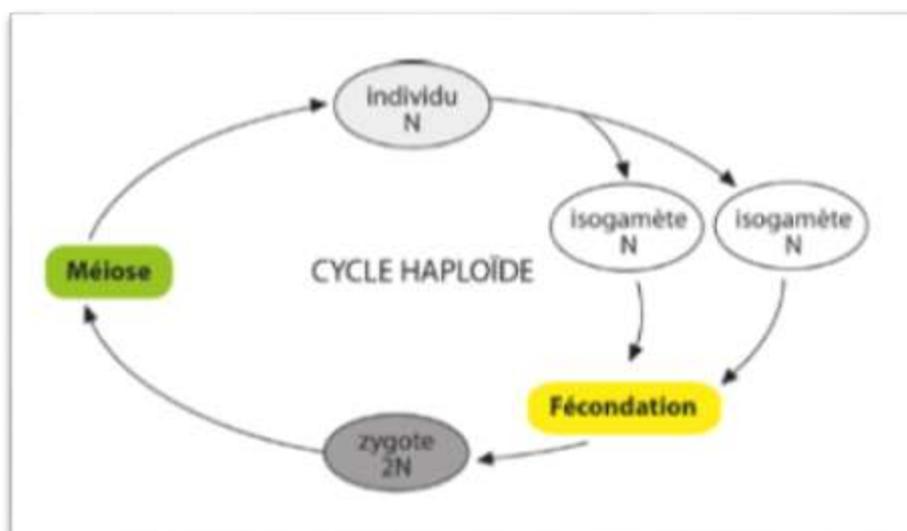


VI.2. Reproduction sexuée (gamogonie) : La reproduction sexuée implique la participation de deux organismes parentaux de même espèce. Ce mode de reproduction fait intervenir l'union de deux gamètes, mâle et femelle. La reproduction sexuée implique généralement la formation de gamètes mâles et femelles, mais, chez les Ciliés, il existe un mécanisme spécial d'échange de matériel génétique qui ne fait pas intervenir des gamètes : c'est la conjugaison.

VII. Cycles de reproduction

Le cycle de développement ou de reproduction résume, les événements qui, à partir d'une cellule œuf d'un sujet de génération n , ramènent au même état dans la génération suivante $n+1$. On distingue trois types de cycles

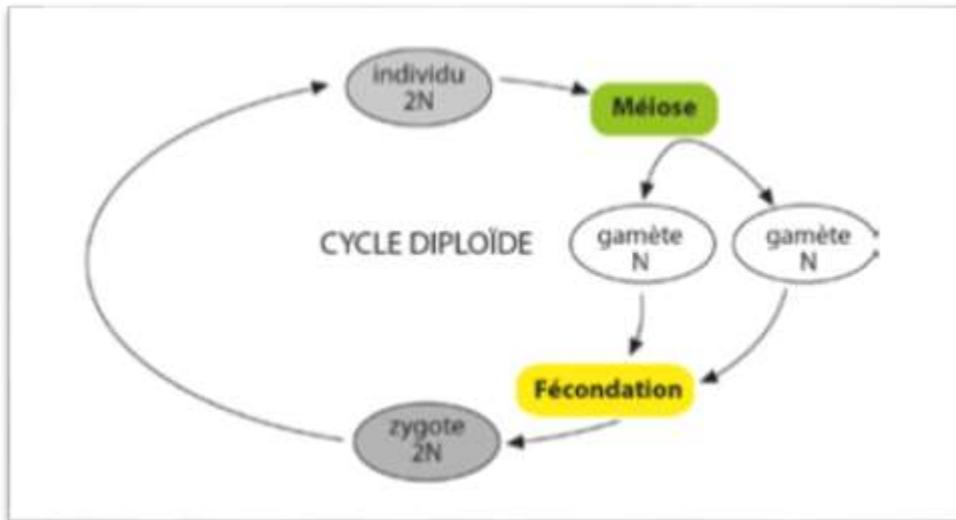
- **Cycle haplobiontique :** Les individus sont haploïdes, seul le zygote est diploïde et il subit une méiose immédiate : cas des Sporozoaires.



Cycle haplobiontique

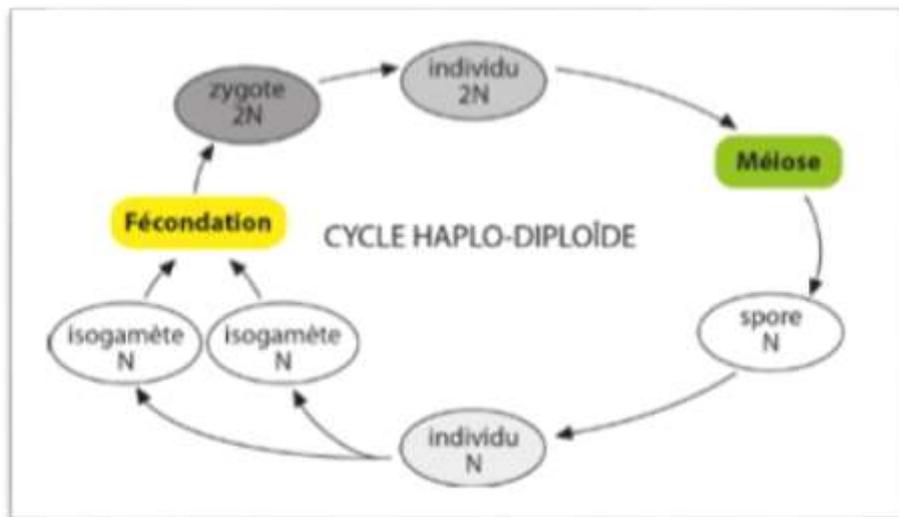


- **Cycle diplobiontique** : Les individus sont diploïdes, la méiose se fait durant la gamétogénèse. C'est un cycle comparable à celui des Métazoaires. Les individus sont diploïdes : c'est le cas des ciliés.



Cycle diplobiontique

- **Cycle haplodiplobiontique** : Alternance de générations haploïdes et diploïdes. Dans ce cas il existe deux générations l'une haploïde : c'est le cas des Foraminifères.



Cycle haplodiplobiontique

VIII. Systématique

La classification des protozoaires a subi de nombreux remaniements ces dernières années. La principale discrimination se fait en fonction de l'appareil locomoteur. On distingue 04 principaux phylums :



- **Phylum des Sarcomastigophora** : (sarkodes = 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 (Ex. Amibes, Trypanosomes)
- **Phylum des Ciliophora (Ciliés)** : sont les Protozoaires les plus spécialisés et ceux qui ont la plus grande complexité structurelle. Ils sont caractérisés par la présence de nombreux cils (Ex. Paramécie).
- **Phylum des Apicomplexa** : sont des parasites possédant une combinaison caractéristique d'organelles appelée complexe apical (Ex. Plasmodium).
- **Myxozoa (Cnidosporidies)** : Selon la nouvelle systématique, ce phylum a été reclassé dans le sous règne des Métazoaires.

Phylum	Sous Phylum	Super Classe	Classe	Sous Classe	Ordre	Sous Ordre	
Sarcomastigophora	Mastigophora		Phytomastigophorea				
			Zoomastigophorea		Choanoflagellida		
					Kinetoplastida		Trypanosomatina Bodonina
					Diplomonadida		Diplomonadina Enteromonadina
					Trichomonadida		
					Hypermastigida		
	Sarcodina	Rhizopoda	Lobosea			Amoebida	
			Granuloreticulosea				
		Actinopoda	Acantharea				
			Radiolarea				
			Heliozoa				
	Opalinata		Opalina				
Apicomplexa			Sporozoea	Grégarinia	Eugregarinidia	Septatina	
				Coccidia	Eucoccidiorida	Eucoccidea Eimeriorina	
				Piroplasmia			
Ciliophora			Kinetophragminophorea				
			Oligohymenophorea				
			Polyhymenophorea				



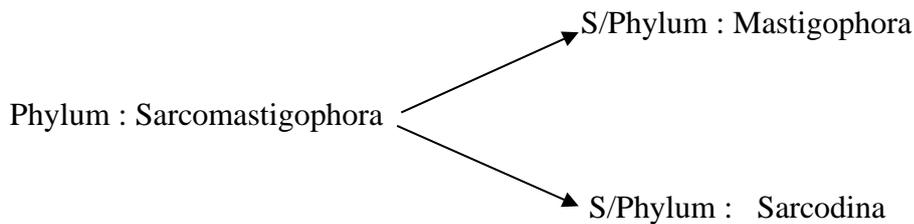
CHAPITRE II. PHYLUM DES SARCOMASTIGOPHORA

Il est représenté par des protozoaires pourvus à l'état végétatif d'un appareil locomoteur, qui est soit sous forme de flagelle, soit des pseudopodes ou bien les deux à la fois. Les représentants ont un seul noyau

Sarkodes = charnu ; Mastigos = fouet ou flagelle ; Phoros = qui porte

Les représentants ont un seul noyau

Le phylum des Sarcomastigophora se subdivise en deux sous phylums à savoir :



I. Le Sous phylum des Mastigophora

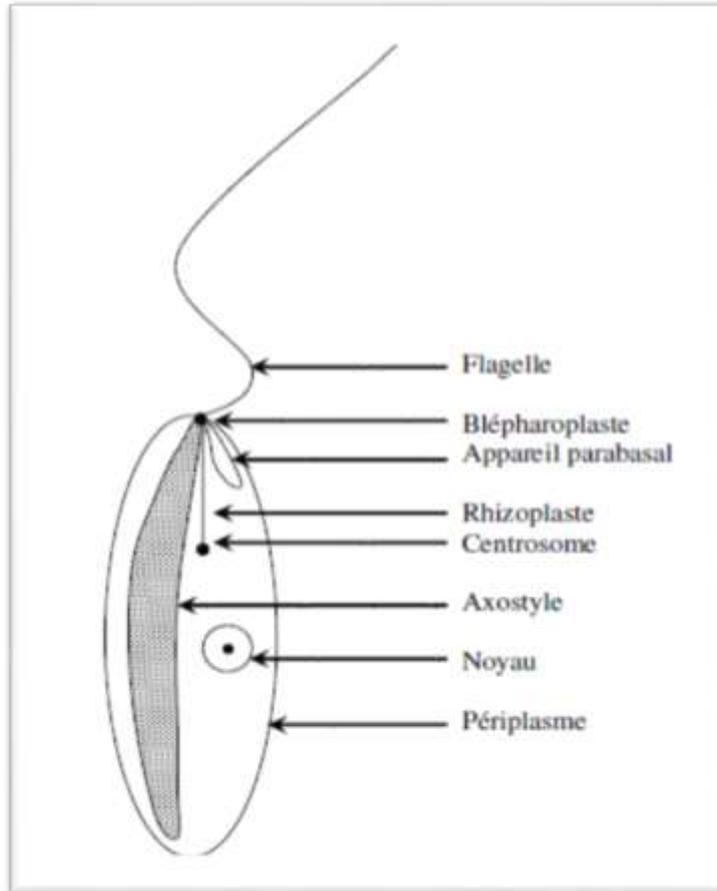
- Les représentants de ce groupe possèdent un ou plusieurs flagelles.
- Le flagelle s'insère sur un corpuscule (cinétosome).
- Corps est fusiforme entouré par une membrane cytoplasmique souple qui entoure la cellule le périplasme.
- Cytoplasme transparent renferme un noyau et un appareil de golgi = appareil parabasal.
- Certains possèdent un organite de soutien : l'axostyle qui dérive du centrosome.
- La locomotion se fait par des mouvements de rotation hélicoïdaux du (ou des) flagelles.
- Ils se déplacent le flagelle en avant, celui-ci est en relation avec les organites cellulaires dont l'ensemble porte le nom de Cinétide.

Cinétide = flagelle + blépharoplaste + rhizoplaste + centrosome

- Les flagellés possèdent un Corps fusiforme entouré par une membrane souple qui entoure la cellule.
- Du centrosome part un filament : le rhizoplaste qui se dirige vers la périphérie de la cellule et aboutit à un granule : le blépharoplaste d'où part le flagelle.
- Le blépharoplaste peut être unique (1 flagelle) ou multiple (plusieurs flagelles). On observe au voisinage du blépharoplaste un organite de formes variées : l'appareil parabasal.

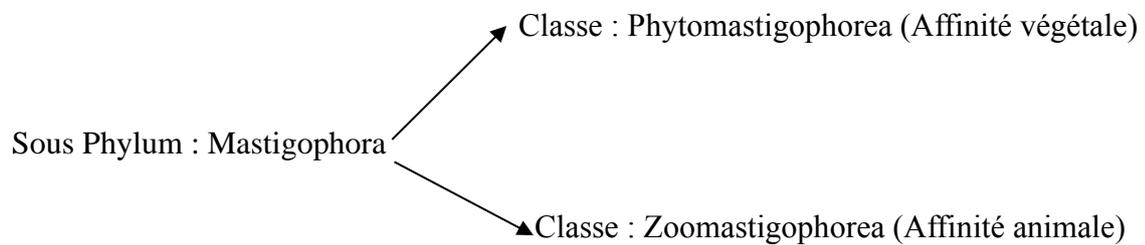


- Chez certains organismes, on observe une membrane ondulante qui relie la cellule au flagelle.
- La reproduction des Zooflagellés se fait par division longitudinale.



Organisation générale d'un Mastigophora (Flagellé)

Les Mastigophora sont scindés en deux grandes classes :





➤ **Classe : Zoomastigophorea**

- Zooflagellés Affinité animale, Hétérotrophes ;
- Formes libres Parasites ou symbiotiques.

Ils sont scindés en 05 Ordres :

✓ **Ordre des Choanoflagellida**

- Ressemblent aux Choanocytes des Spongiaires.
- Possèdent une collerette apicale d'où émerge un long flagelle.
- Particules alimentaires y glissent et sont absorbées par phagocytose.
- Généralement fixée grâce à son pédoncule.
- Elles se multiplient par division binaire longitudinale.
- On distingue des formes solitaires et coloniales.

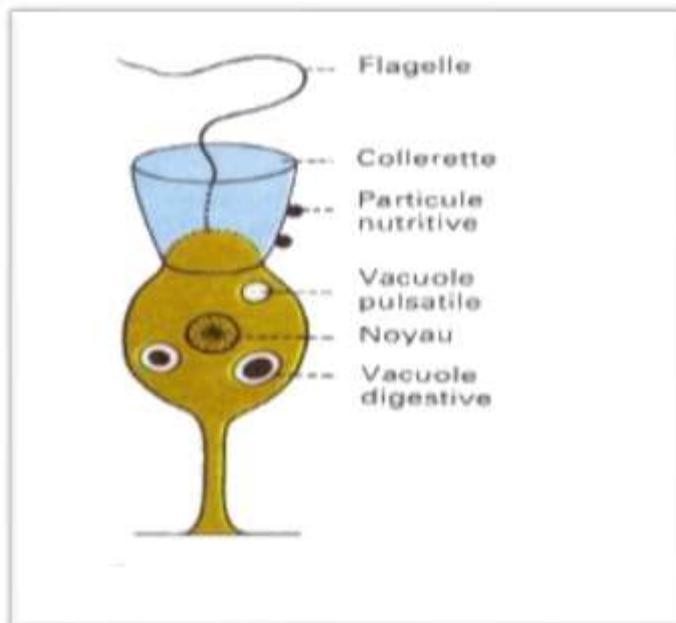


Schéma d'un Choanoflagellé (forme solitaire)

✓ **Ordre des Kinetoplastida**

- 1 ou deux flagelles.
- Espèces connues sont parasites. Quelques-unes sont libres

On distingue 02 Sous ordres : S/O1 : Trypanosomatina S/O2 : Bodonina

▶ **Sous Ordre des Trypanosomatina**

- Parasites fusiformes.
- Flagelle dirigé vers l'avant relié à la masse cytoplasmique par une membrane ondulante.



- Flagelle est situé en arrière du noyau
- Espèces parasites de l'homme et du bétail.
- Espèces polymorphes (4 formes).

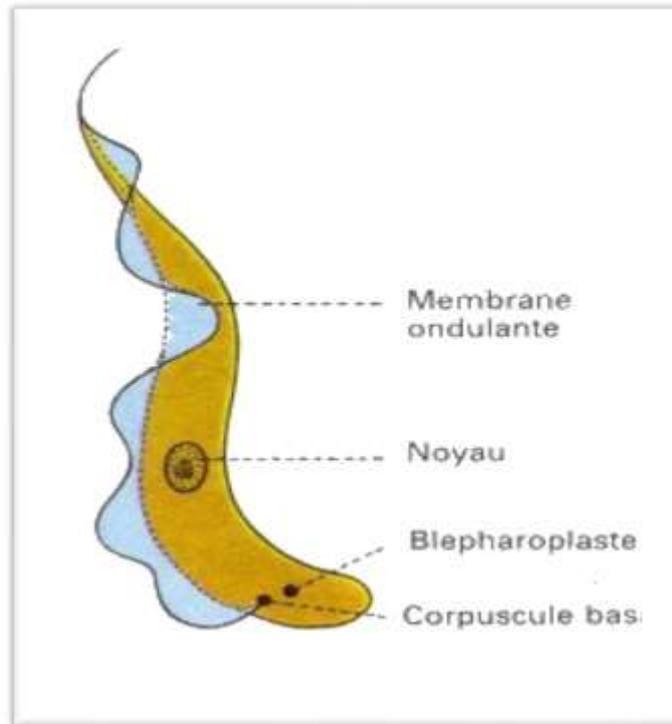


Schéma d'un Trypanosome

Les 04 formes des Trypanosomes :

- **Amastigote** : forme arrondie, noyau central, pas de flagelle, pas de membrane ondulante, kinoplaste proche du noyau.
- **Promastigote** : forme allongée, noyau central, membrane ondulante non formée, kinoplaste antérieur situé à la base du flagelle.
- **Epimastigote** : forme allongée, noyau central, kinoplaste proche du noyau, membrane ondulante longe le corps à partir du noyau.
- **Trypanastigote** : forme allongée, noyau central, kinoplaste postérieur, membrane ondulante longe tout le corps, flagelle libre à partir de la partie postérieure.

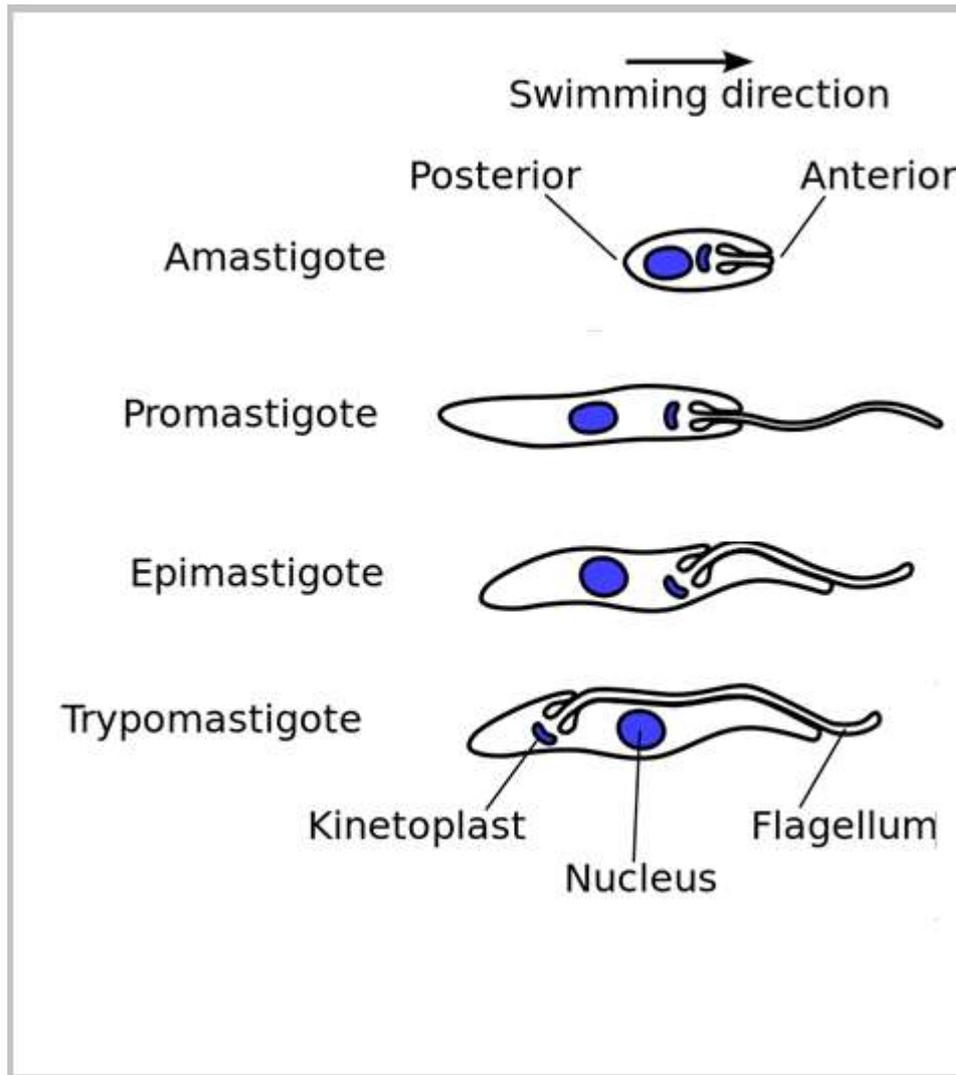


Schéma représentant des différentes formes de Trypanosomes

- **Genre : *Trypanosoma***

Trypanosoma gambiense = maladie du sommeil (Mouche Tsé tsé = *Glossina palpalis*)

T. brucei = nagana des chevaux (Mouche : *Glossina sp.*)

T. evansi = surra et du debab des dromadaires (Diptères : Taons et *Culex*)

T. equiperdum = dourine des chevaux par voie sexuelle

T. cruzi = maladie de Chagas (Punaises : Triatomes et *Rhodnius sp.*)

- **Genre : *Crithidia***

- Ressemble au *Trypanosoma*.
- La membrane ondulante est peu développée.
- Le flagelle s'insère au cinétosome situé en avant du noyau.
- Parasites d'insectes piqueurs.



- **Genre : *Leptomonas***
- Possède un cinétosome très antérieur.
- Parasite d'insectes.
- **Genre : *Leishmania***
- Dérive du genre *Leptomonas*.
- Lorsqu'il est inoculé à l'homme, Il perd son flagelle et devient *Leishmania*.
- Il est transmis par un insecte du genre *Phlebotomus*.
- Agents responsables des Leishmanioses.
- Les espèces sont des parasites hétéroxènes.

Leishmania tropica

- Responsable d'une leishmaniose cutanée chez l'homme.
- Provoque une ulcération de la peau, dans les cellules épithéliales et leucocytes.
- La maladie est caractérisée par une altération de la peau connue sous le nom de « bouton d'orient » ou le « clou de Biskra ».
- Transmis par *Phlebotomus papatasi*.
- La maladie est très répandue en Afrique du nord et moyen orient.

Leishmania donovani

- Parasite intracellulaire. Dans les cellules du système réticulo-endothélial de l'homme. (foie – rate – moelle osseuse – ganglions lymphatiques).
- Provoque la leishmaniose viscérale : Kala azar ou maladie noire.
- La maladie est caractérisée par une fièvre irrégulière accompagnée d'une inflammation du foie et de la rate.

▶ **Sous Ordre des Bodonina**

- Les bodonides sont libres ou parasites.
- 2 flagelles inégaux : l'un dirigé vers l'avant, l'autre vers l'arrière.
- **Genre : *Bodo*** = libre – dans les eaux croupissantes.
- **Genre : *Cryptobia*** = parasite de Poissons, Mollusques, Batraciens.

✓ **Ordre des Diplomonadida**

- Zooflagellés libres ou parasites.



- Tous leurs organites en pairs 2 à 8 flagelles.

On distingue 02 sous ordres : S/O1 : Diplomonadina S/O2 : Enteromonadina

► **Sous Ordre des Diplomonadina**

- Libres ou parasites à corps symétrique.
- Possèdent 8 flagelles.

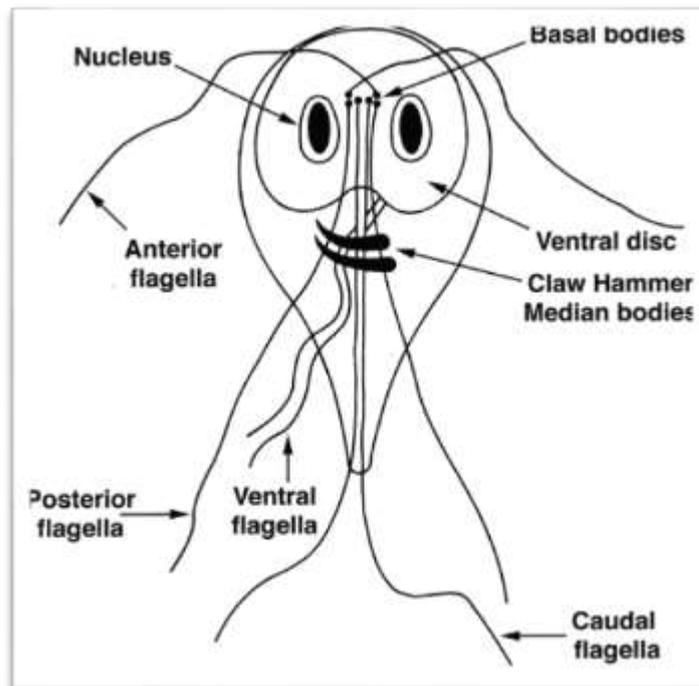


Schéma d'un Diplozoaire

Giardia microti = Parasite de la paroi duodénale de certains rongeurs.

Giardia intestinalis = Parasite du tube digestif de l'homme. Provoque des troubles intestinaux.

► **Sous Ordre des Enteromonadina**

Ex : *Enteromonas hominis*

- 1 à 4 flagelles.
- Vit dans le gros intestin de l'homme.

✓ **Ordre des Trichomonadida**

- Possèdent un axostyle et une membrane ondulante.
- Un appareil parabasal.
- 3 à 6 flagelles.

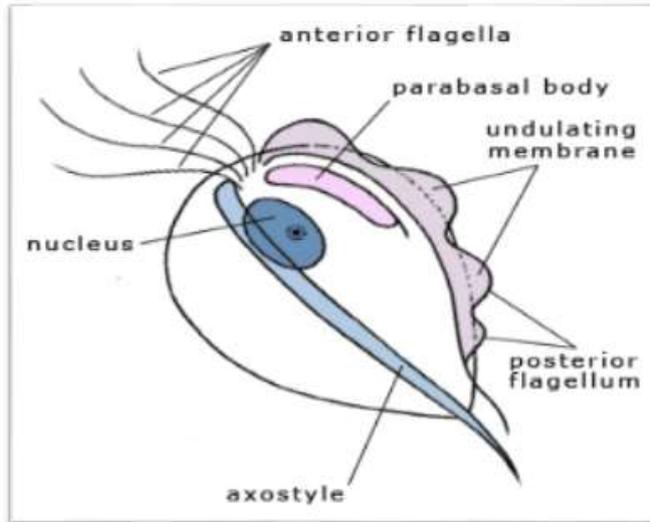


Schéma d'un Trichomonadine

Trichomonas caviae = parasite du cœcum du cobaye

T. intestinalis = parasite de l'intestin, provoque la trichomonose intestinale.

T. vaginalis = parasite de l'appareil uro-génital, provoque la trichomonose uro-génitale.

T. tenax = vit dans la cavité buccale de l'homme (commensale).

✓ **Ordre des Hypermastigida**

- Parasites uninuclés.
- De très nombreux flagelles à dispositions variées.

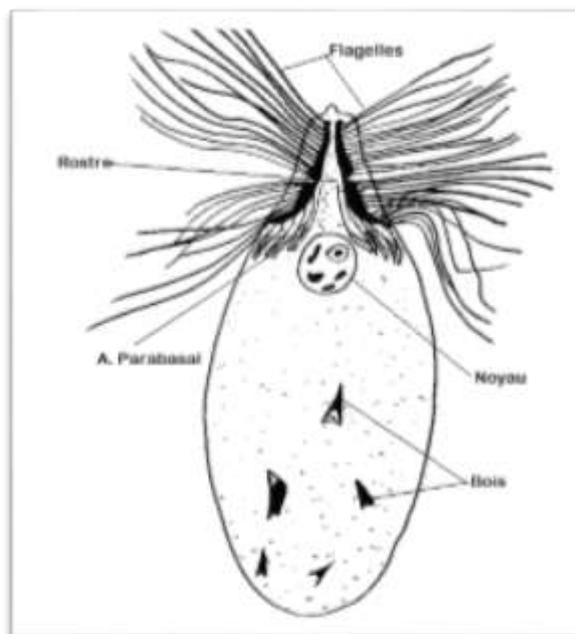


Schéma d'un Hypermastigine

Trichonympha agilis = vit dans la panse rectale des termites en symbiose.



II. Le Sous Phylum des Sarcodina

- Protozoaires à corps nu ou protégé par une carapace.
- Se multiplient par voie asexuée.
- Se déplacent grâce aux Pseudopodes (= expansion cytoplasmique)
- Espèces libres ou parasites
- La systématique est basée sur la présence ou l'absence de la coquille externe (coque ou thèque) et sur la morphologie des pseudopodes.

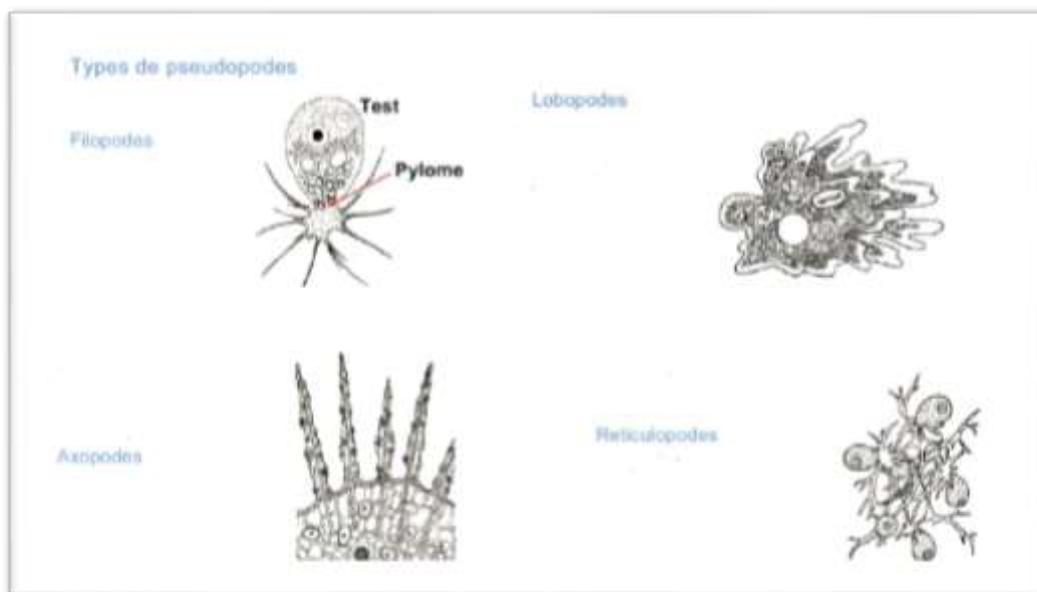
On distingue 02 Super classe : Sup/ Cl : Rhizopoda Sup/Cl : Actinopoda

A- Super Classe : Rhizopoda

Représentants caractérisés par leur aptitude à émettre des pseudopodes

Classification est basée sur :

- Présence ou absence d'une coquille externe
- Sur la morphologie des pseudopodes
 - Lobés
 - Digités
 - Filiformes
 - Anastomosés



Types de Pseudopodes chez les Rhizopodes

On distingue 02 Classes : Cl1 : Lobosea Cl2 : Granuloreticulosea (Foraminifères)



➤ **Classe des Lobosea**

On distingue 02 Sous Classes basées sur la présence ou l'absence de la coque qui enveloppe les individus : S/C11 : Gymnamoeba (amibes nues) S/C12 : Thecamoeba (amibes testacées).

❖ **Sous Classe des Gymnamoeba (Amibes nues)**

Elle représente deux formes :

- Une forme libre aquatique polymorphe (forme rétractée et rampante).
- Une forme parasite (Ex : *Entamoeba histolytica*) qui vit dans le gros intestin de l'homme (voir cycle parasitaire).

✓ **Ordre des Amoebida**

Ex. *Amoeba proteus* (*Chaos diffluens*)

- Amibe libre d'eau douce (500 µm).
- Espèce phagotrophe, se nourrit de petits organismes par phagocytose.
- Ectoplasme dépourvu d'organites.
- Endoplasme renferme : Mitochondries, Dictyosomes, Grains lipoprotéiques, Gouttelettes lipidiques ; Vacuoles digestives.

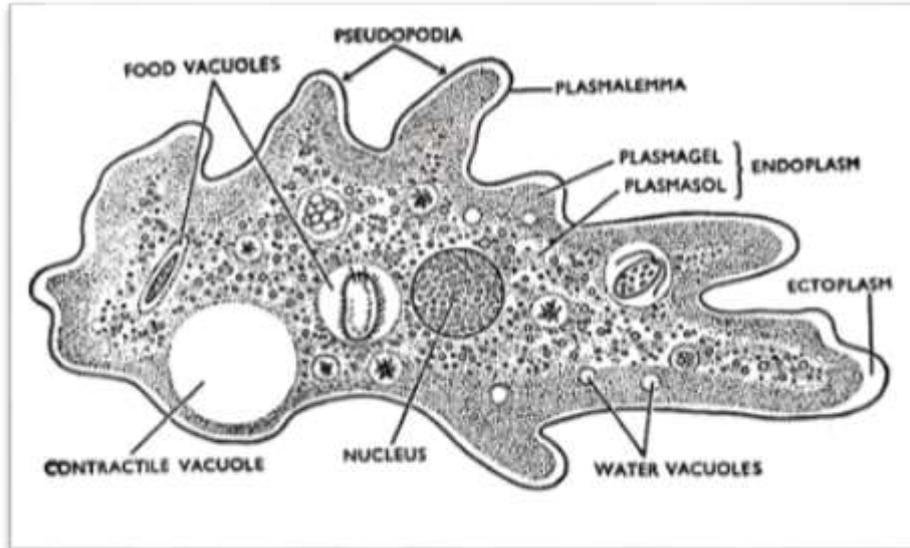


Schéma d'une Amibe nue (Ex : *Amoeba proteus*)

Ex. *Entamoeba histolytica*

- Amibe peu pathogène.
- Vit dans le gros intestin de l'homme
- Cause des dysenteries
- Existe sous deux formes :



- Végétative libre et mobile
- Kystique résistante

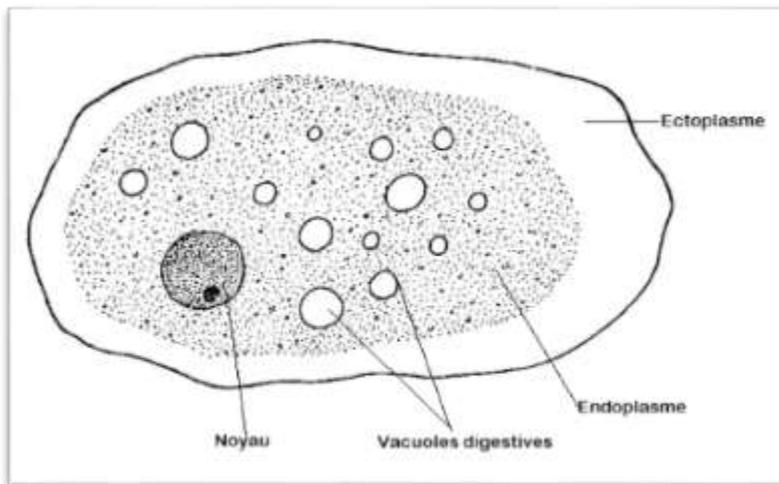


Schéma d'*Entamoeba histolytica* (Forme végétative)

Ex. *Entamoeba coli*

- Vit dans le gros intestin de l'homme.
- N'est pas pathogène.
- Se nourrit de débris, de parasites (bactéries, levures, Flagellés).

❖ **Sous Classe des Thecamoeba (Amibes testacées)**

Les individus sont entourés d'une coque ou d'une thèque qui enveloppe leur corps.

✓ **Ordre des Arcellinida**

- Inféodés aux eaux douces ou acides.
- Corps protégé par une coque de nature organique incrustée de divers débris (grains de sable....)
- Pseudopodes localisés à une seule région.

Ex : *Diffugia pyriformis*

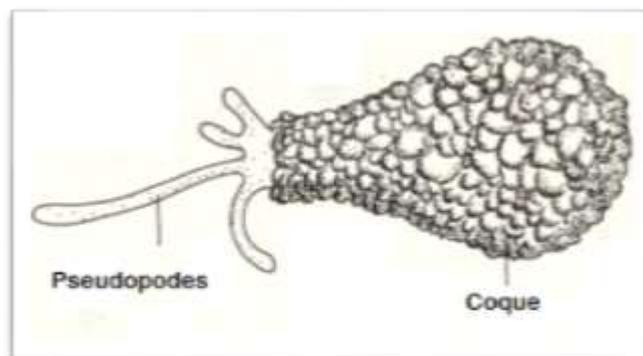


Schéma d'un Thecamoebien (Ex : *Diffugia*)



➤ **Classe des Granuloreticulosea (Foraminifères)**

- Marins, Benthiques ou planctoniques.
- Cytoplasme protégé par une carapace calcaire percée d'un ou de plusieurs orifices d'où partent les Pseudopodes.
- Cycle de développement : alternance entre Phase asexuée et reproduction sexuée.
- On distingue selon la perforation du test :
 - Test uni perforé : il possède un seul orifice par lequel passent tous les pseudopodes.
 - Test perforé (plusieurs orifices).

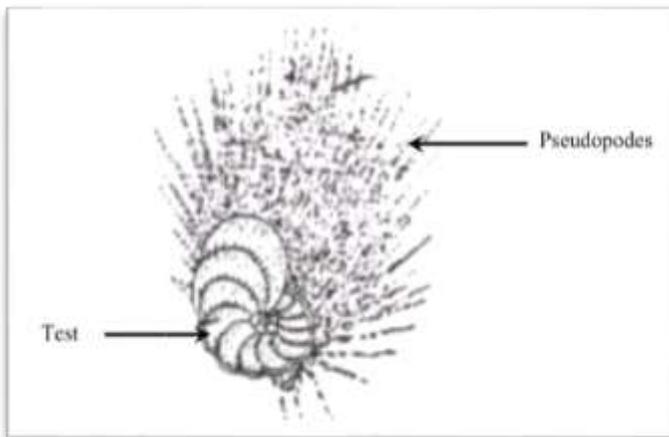


Schéma d'un foraminifère uniperforé

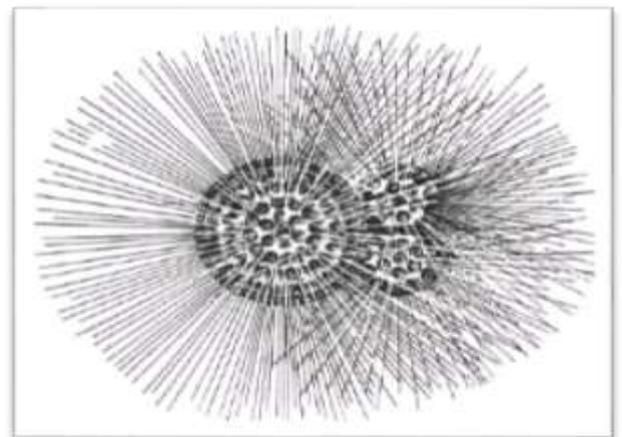


Schéma d'un foraminifère perforé

B- Super Classe des Actinopoda

- Ce sont des organismes aquatiques unicellulaires.
- Ils sont d'assez grande taille (jusqu'à plusieurs centaines de micromètres μm).
- Architecture complexe, et le plus souvent à symétrie sphérique.
- Ils sont caractérisés par la possession de fins pseudopodes rayonnants.
- La plupart des actinopodes possèdent un squelette externe calcaire ou siliceux (SiO_2).
- Ils sont adaptés à la vie planctonique.
- Des spicules et des prolongements cytoplasmiques (filopodes et axopodes) saillent du corps de la cellule.
 - Les spicules, recouverts de cytoplasme, sont produites par un endosquelette dont la composition varie en fonction des espèces.



- Les axopodes sont composés par des faisceaux de microtubules, alors que les filopodes sont de simples prolongements cytoplasmiques.

Ils sont divisés en 03 Classes : C11 : Acantharea C12 : Phaeodarea C13 : Heliozoa

➤ **Classe des Acantharea**

- Squelette avec 10 à 20 spicules à disposition radiaire.
- Ectoplasme renferme des algues symbiotiques (= Zooxanthelles).
- Endoplasme contient un noyau, vacuoles digestives, des lipides et des pigments.
- Pseudopodes grêles et des axopodes qui assurent la capture des proies.
- Reproduction sexuée.

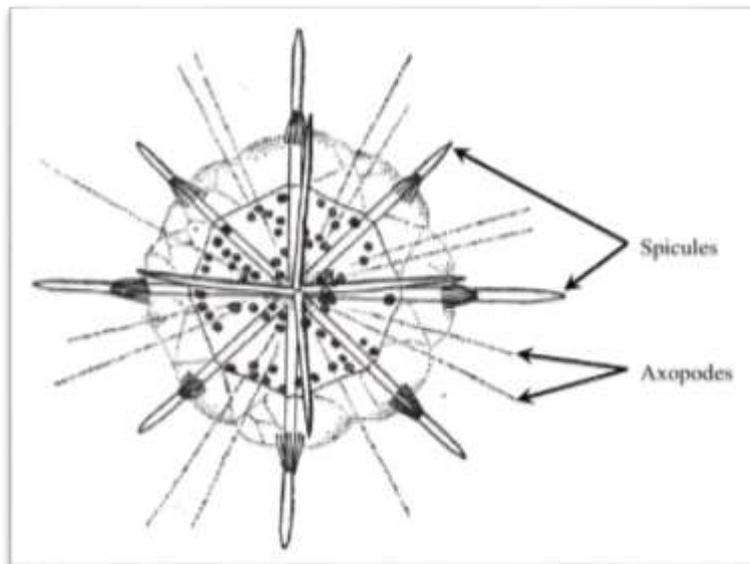


Schéma d'un Acanthaire

Ex : *Dorataspis sp.*

➤ **Classe des Phaeodarea ou Radiolarea (Radiolaires)**

- Marins planctoniques.
- Solitaires ou coloniaux.
- Pourvus d'axopodes.
- Ectoplasme riche en zooxanthelles.
- Reproduction par voie asexuée.

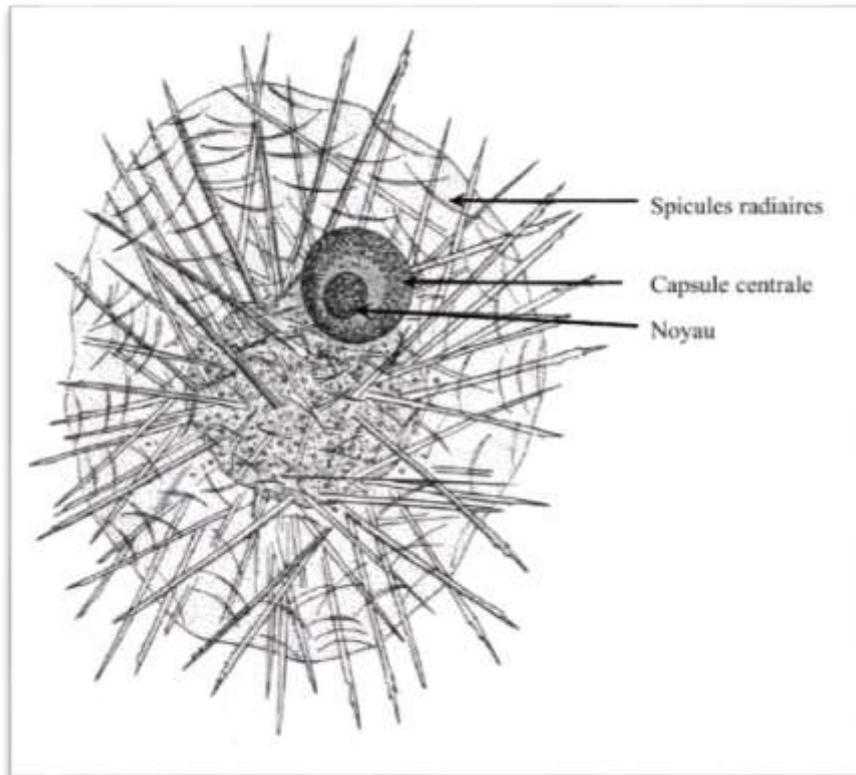


Schéma d'un Radiolaire

Ex : Thalassicola nucleata Thalassicola pellucida

➤ **Classe des Heliozoa**

- Actinopodes dulcicoles ou marins.
- Libres ou fixés par un pédoncule.
- Corps sphérique ou ovoïde.
- Axopodes grêles à disposition radiaire.
- Reproduction par simple division ou bourgeonnement

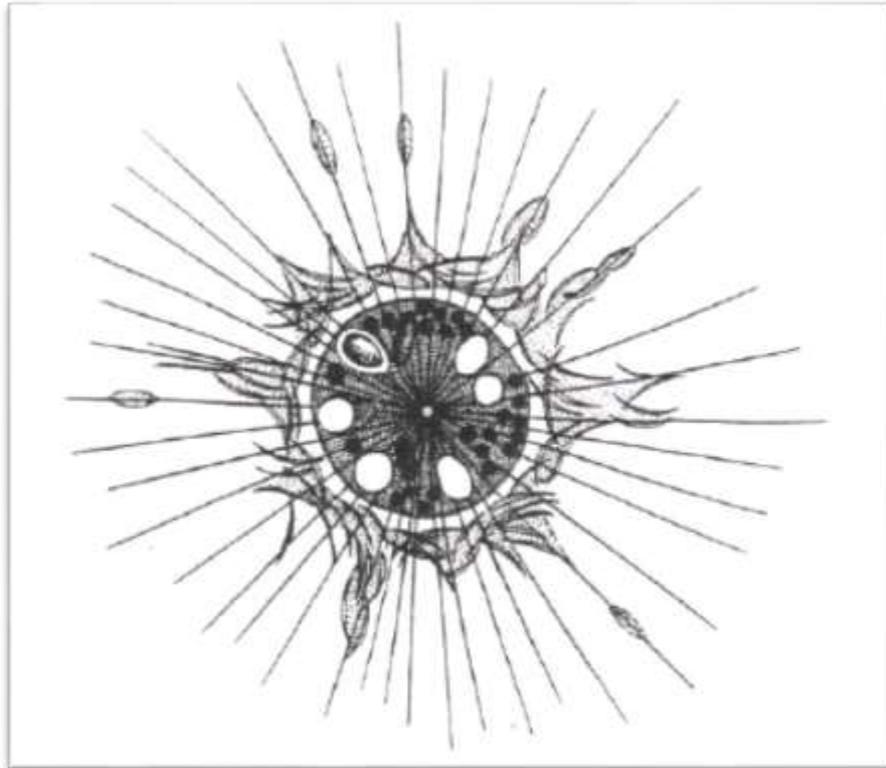


Schéma d'un Héliozoaire

Ex : *Actinolophus pedunculatus*

III. Sous Phylum des Opalinata

- Le corps est recouvert de très nombreux flagelles.
- Le cytoplasme contient quelques dizaines de noyaux en division asynchrone.

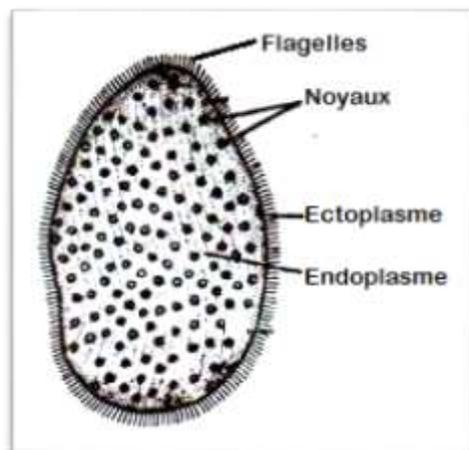


Schéma d'une Opaline

Ex : *Opalina ranarum* : Parasite du rectum des grenouilles.



CHAPITRE III. PHYLUM DES CILIOPHORA

- Ils forment un groupe très homogène de Protozoaires.
- Comme leur nom l'indique, ils possèdent un grand nombre de cils vibratiles.
- Ils sont en général de grande taille.
- Ils possèdent deux noyaux, un macronucléus végétatif et un micronucléus reproducteur.
- La très grande majorité des ciliés vit en eaux douces stagnantes riches en matières organiques, car ils se nourrissent principalement de bactéries.
- On les trouve facilement dans les “infusions” végétales, d'où le nom d'infusoires qui leur est parfois donné.
- On n'en rencontre que très rarement dans les eaux salées.
- Chez les Ciliophora, Il existe une reproduction asexuée par division binaire transversale.
- La reproduction sexuée implique généralement la formation de gamètes mâles et femelles (gamétogénèse).
- Il existe également chez les ciliés, un mécanisme particulier d'échange de matériel génétique qui ne fait pas intervenir des gamètes (la conjugaison).

Le phylum des Ciliophora se divise en trois classes :

- C11 : les Kinetofragminophorea,

-C12 : les Oligohymenophorea

-C13 : les Polymenophorea.

➤ **Classe des Kinetofragminophorea**

- La ciliature du cytostome peu distinct de la ciliature somatique.
- Le cytostome est apical ou subapical ou midio-ventral.

Ex. *Balantidium coli* : parasite de l'homme et du porc. Il vit dans le gros intestin où il peut provoquer des ulcérations.

Ex. *Ophryoscolex sp* : un ciliophora anaérobie, qui vit en symbionte dans la panse des ruminants et dans le caecum des équidés.

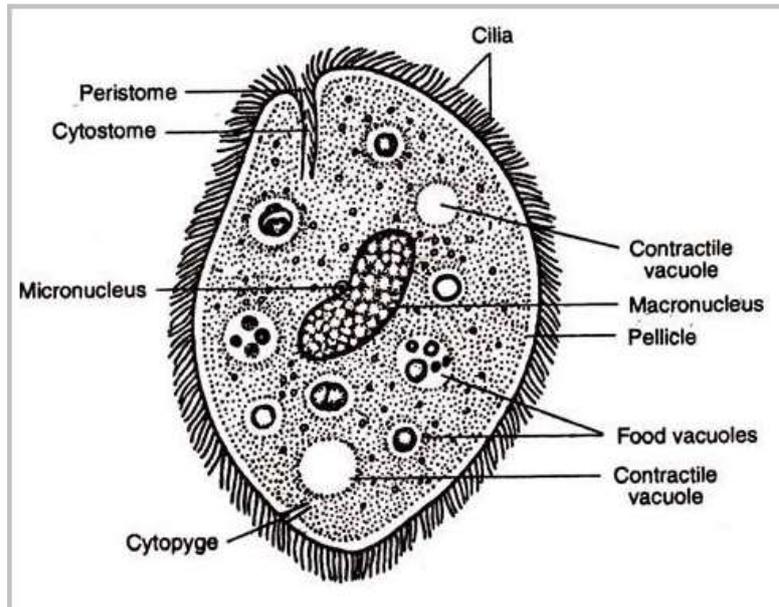


Schéma de *Balantidium coli*

➤ Classe des Oligohymenophorea

- La ciliature orale est différente de la ciliature somatique.
- Le cytostome est ventral ou proche de l'extrémité antérieure.

Ex. *Paramecium caudatum* (voir étude détaillée de cette espèce ci-dessous).

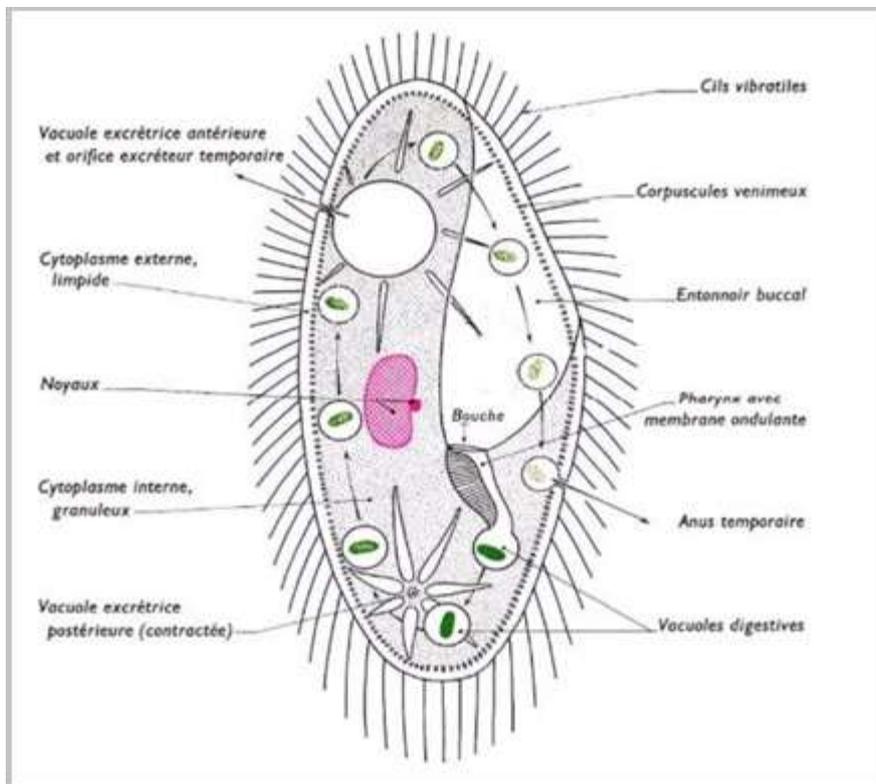


Schéma d *Paramecium caudatum* (Paramécie)



➤ **Classe des Polymenophorea**

- La ciliature somatique pouvant former des cirres.
- Le cytostome au fond d'une cavité buccale (infudibulum).

Ex. *Spirostomum sp.*, *Stentor sp.*, *Strobilidium sp.*, *Stylonichia sp.*, *Vorticella*

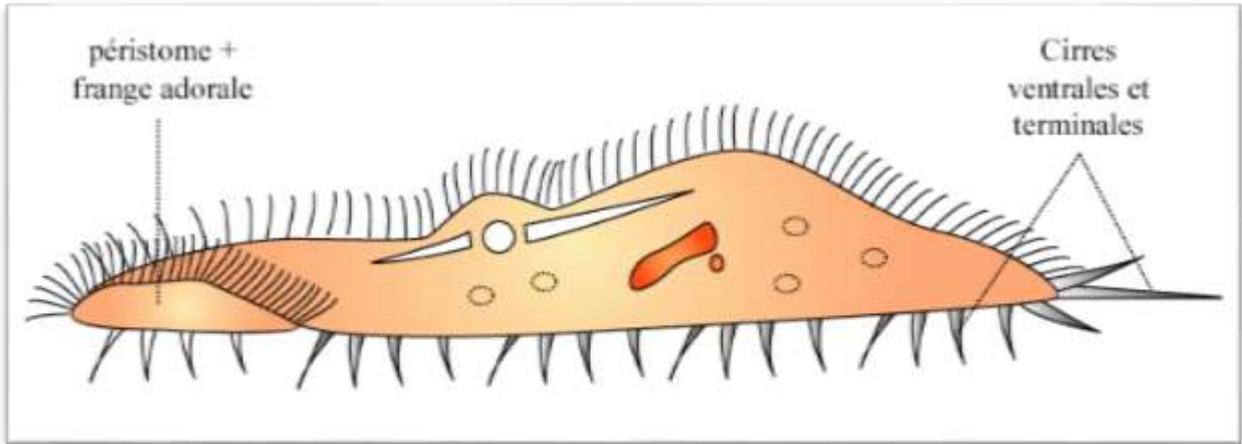


Schéma de *Stylonichia*

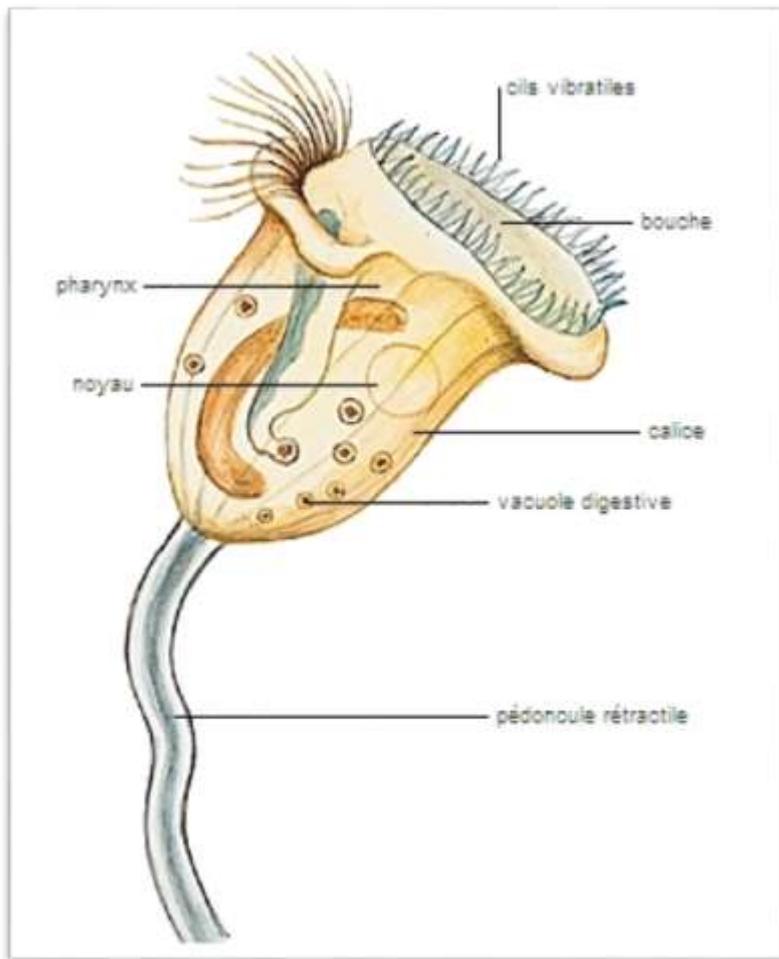


Schéma d'un *Vorticelle*



Étude d'un type : *Paramecium caudatum*

Morphologie :

La paramécie est une cellule de grande taille (150 à 300 μm de long), qui se déplace très rapidement grâce au battement coordonné de ses cils vibratiles. Toute la surface de la cellule est recouverte de cils. Chacun possède à sa base un centriole et une racine ciliaire. Entre les centrioles, on trouve de petites pointes, les trichocystes, qui, sous l'influence d'excitations externes, peuvent être projetés à l'extérieur de la cellule. Ce sont des organites de défense et d'attaque. Une face de la cellule, dite face ventrale, présente une profonde dépression en forme d'entonnoir, le péristome. Au fond du péristome se trouve une ouverture, le cytostome, suivie d'un canal le cytopharynx. Les particules alimentaires pénètrent dans le péristome, puis dans le cytostome et le cytopharynx avant d'être entraînées dans le cytoplasme profond de la cellule où elles sont digérées. Les vacuoles pulsatiles, associées à des canalicules, sont des organites particulièrement bien développés chez les ciliés. Leur emplacement est fixe (une antérieure et une postérieure). Elles se gonflent (diastole) et se vident (systole) alternativement. Le rythme dépend de la température ambiante. Il est d'environ 8 à 10 pulsations par minute à 25 °C.

Biologie :

Les paramécies vivent dans les eaux douces, stagnantes riches en matières organiques. Elles sont nageuses, autonomes. La locomotion est assurée par les battements coordonnés des cils vibratiles. Elles se nourrissent de toute sorte de matière organique présente dans leur milieu (débris végétaux, bactéries, autres unicellulaires...). L'ingestion des particules alimentaires et l'élimination des déchets incombustibles s'effectuent dans une région particulière à la ciliature spécialisée. Le contenu du péristome est déversé dans une vacuole alimentaire au contenu acide. La membrane présente sur sa face interne une série d'organites de défense, au contenu dévaginable (trichocystes). L'essentiel de l'excrétion des déchets métaboliques (CO_2 , NH_3) s'effectue par simple diffusion. La pression osmotique est régulée par un système de deux vacuoles pulsatiles battant alternativement (le rythme des pulsations augmente avec la température). Ces vacuoles sont reliées à un réseau de tubules en cul-de-sac, véritables canaux collecteurs drainant l'hyaloplasme. Ce système évacue d'importantes quantités d'eau et maintient la pression osmotique. Les individus de cette espèce sont capables de s'enkyster lorsque les conditions du milieu deviennent défavorables. Elles perdent alors leurs cils, expulsent leurs vacuoles pulsatiles et sécrètent une enveloppe protectrice. Ces kystes sont des formes de résistance et de dissémination.



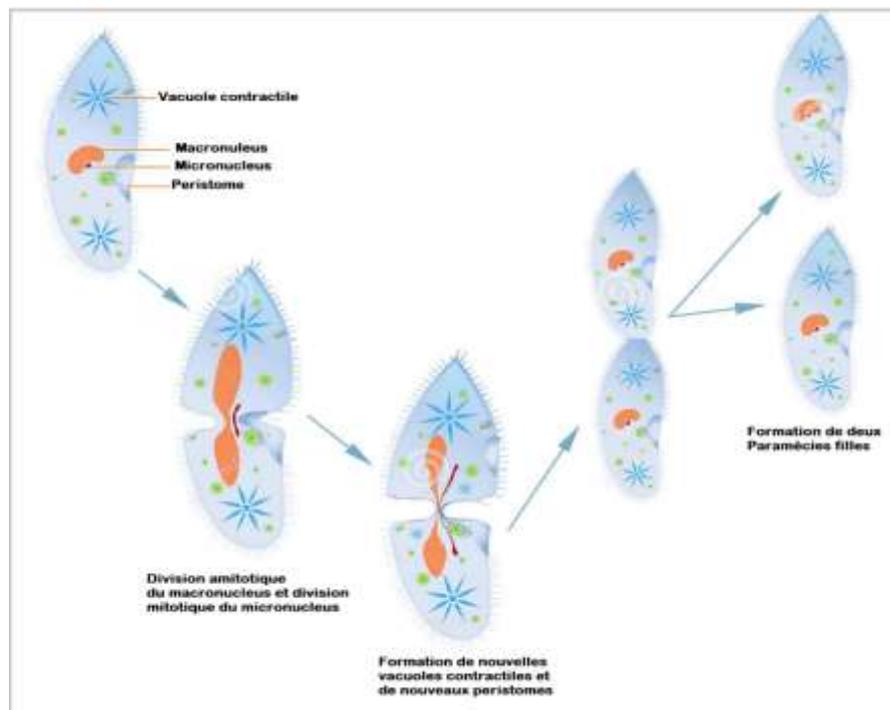
Le macronoyau (ou macronucleus) intervient dans la vie végétative de la cellule, il contient de la chromatine non organisée en chromosomes et des milliers de copies d'un petit nombre de gènes. En revanche, le micronoyau (ou micronucleus) a un rôle dans la reproduction ; il est diploïde et contient des chromosomes. Le macronoyau se différencie à partir du micronoyau au terme de la conjugaison ; une élimination sélective d'ADN et des synthèses marquent cette différenciation. La conjugaison est un phénomène de sexualité, différent de la fécondation, sans fusion de noyaux, mais avec échange réciproque de micronoyaux. Elle intervient en général durant une période de crise (conditions environnementales défavorables).

Reproduction :

Les paramécies peuvent se reproduire par voie asexuée et par voie sexuée. Cette dernière porte le nom de conjugaison, phénomène de rajeunissement génétique de l'individu.

a) La reproduction asexuée.

C'est une simple division transversale de la cellule. Le macronucléus se divise par amitose. Il s'étire puis s'étrangle en son milieu sans apparition de chromosomes. Le micronucléus se divise par orthomitose. Il s'agit d'une mitose rudimentaire avec apparition de chromosomes, mais sans participation de centriole, ni disparition de l'enveloppe nucléaire. Le cytoplasme s'étrangle puis se coupe en son milieu, après formation d'un nouveau péristome et de deux nouvelles vacuoles pulsatiles.

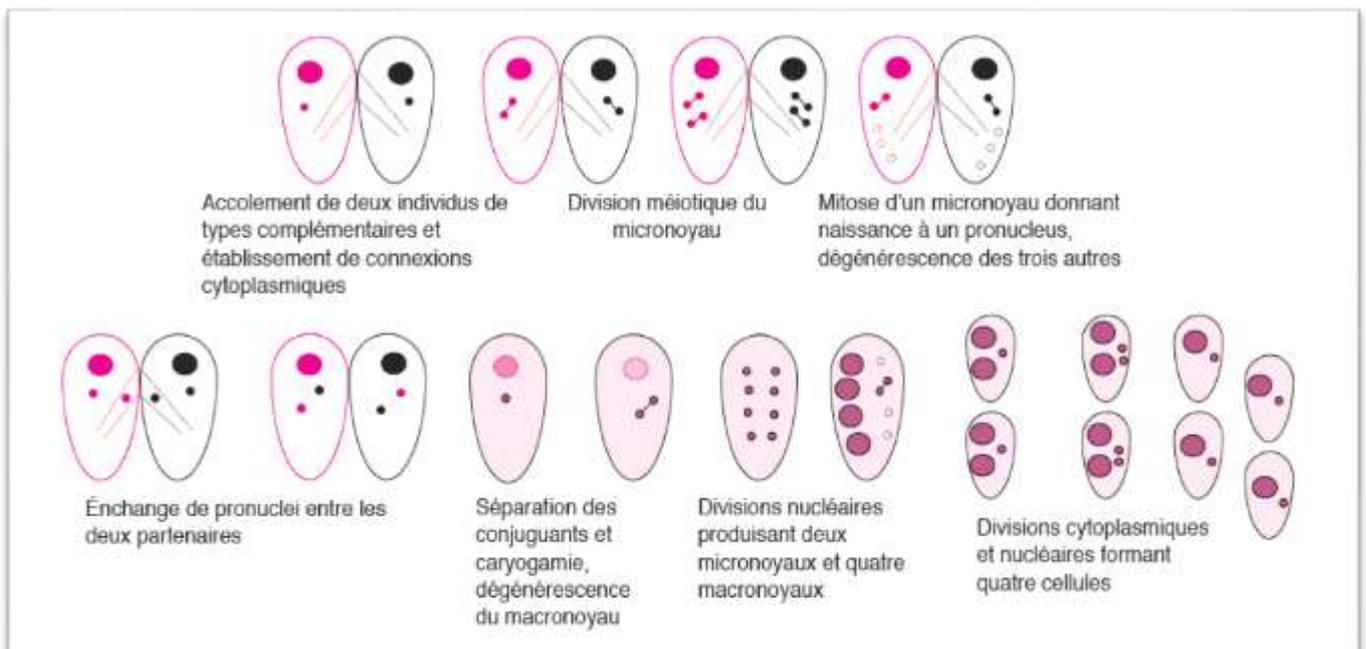


Reproduction asexuée chez *Paramecium caudatum* (Paramécie)



b) La conjugaison

Lorsque deux paramécies entrent en conjugaison, elles s'accolent par leur péristome. Puis, dans chaque cellule, le macronucleus disparaît et le micronucleus subit la méiose. On obtient ainsi quatre micronuclei haploïdes dans chaque paramécie. Trois de ces micronucleus disparaissent. C'est le phénomène d'épuration chromatique. Le quatrième se divise par mitose équationnelle pour donner deux pronucleus. L'un d'entre eux reste dans sa cellule d'origine, il est considéré comme femelle. L'autre est échangé avec la paramécie accolée, il est considéré comme mâle. Après avoir changé de paramécie, les pronucleus mâles fusionnent avec les pronucleus femelles. Il en résulte, dans chaque cellule, la formation d'un noyau de fécondation diploïde. Chaque paramécie est ainsi devenue une cellule œuf. Elle se détache de son partenaire, puis son noyau de fécondation se divise par mitose trois fois de suite. Il se forme ainsi huit noyaux, qui se répartissent en deux groupes. Les quatre noyaux du groupe antérieur s'accroissent pour devenir des macronucleus. Dans le groupe postérieur, trois noyaux dégèrent, un seul subsiste devenant un micronucleus. On obtient ainsi, à partir de chaque cellule œuf, une paramécie avec quatre macronucleus et un micronucleus. Cette cellule se divise deux fois de suite par mitose simple du micronucleus et avec répartition sans division des quatre macronucleus. On obtient ainsi, huit cellules à partir des deux paramécies entrées en conjugaison.



Reproduction par conjugaison chez *Paramecium caudatum* (Paramécie)



CHAPITRE IV. PHYLUM DES APICOMPLEXA

- Les Apicomplexa sont des organismes unicellulaires, tous parasites de Métazoaires.
- Ces protozoaires possèdent un complexe apical visible en microscopie électronique.
- Ils n'ont pas de cils ni de flagelles sauf à un certain moment du cycle vital.
- Ils sont tous caractérisés, à l'échelle ultra structurale par la présence d'un complexe apical.

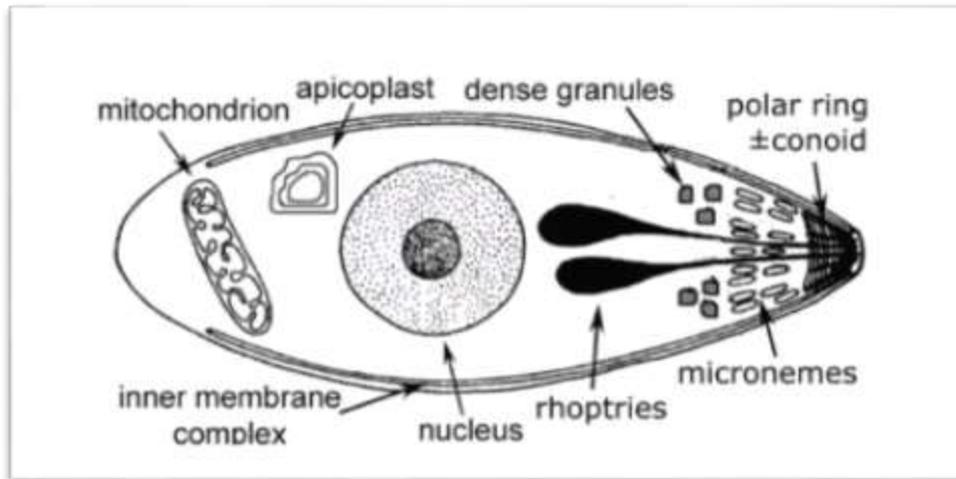


Schéma général d'un Apicomplexa

On distingue deux Classes : C11 : Sporozoea C12 : Perkinsea

➤ Classe des Sporozoea

- Ce sont des parasites partiellement intracellulaires.
- Ils sont dépourvus d'organe locomoteur (pas de flagelle, de cil ou de pseudopode).
- Ils sont immobiles et de structure simple, car parasites.
- Leur cycle débute toujours par une forme vermiforme : le sporozoïte qui pénètre dans une cellule hôte.

On distingue trois sous classes : S/C11 : Gregarina S/C12 : Coccidia S/C13 : Piroplasmia

❖ Sous Classe des Gregarina

- Ce sont des Sporozoaires mobiles et de grande taille à l'état végétatif.
- Parasites monoxènes du tube digestif ou de la cavité générale des invertébrés ou de vertébrés inférieurs.
- Le cycle vital est caractérisé par des phases de gamonie et de sporogonie.

Ex : *Stylocephalus longicollis* : parasite de l'intestin moyen d'un coléoptère (*Blaps mortisaga*).



❖ Sous Classe des Coccidia

- Ce sont des Sporozoaires de petite taille ou moyenne, immobiles à l'état végétatif.
- Parasites d'Arthropodes, d'Annélides et vertébrés.
- Ce sont des organismes osmotrophes.
- Les coccidies déterminent des maladies graves appelées coccidioses.
- Leur cycle de développement présente en alternance une phase de gamogonie (reproduction sexuée) et une phase de schizogonie (reproduction asexuée).
- Ces deux phases peuvent se dérouler chez un même hôte, le cycle est alors dit monoxène ou chez deux hôtes différents, il est alors dit hétéroxène.

Ex. *Eimeria perforans* : Parasite l'intestin grêle du lapin (voir cycle parasitaire).

Ex. *Plasmodium falciparum* : Agent responsable du paludisme (voir cycle parasitaire).

❖ Sous classe des Piroplasma

- Ce sont des Sporozoaires, piriformes, arrondis ou amiboïdes.
- Ils sont tous parasites d'érythrocytes et hétéroxènes.
- Leur cycle de développement présente deux phases : une schizogonie ou mérogonie dans un vertébré (un méronte donne deux mérontes fils) et une sporogonie dans un invertébré (un méronte donne un sporonte qui donne une spore).

Ex. *Babesia bigemina* : parasite du porc transmis par une tique.

➤ Classe des Perkinsea

- Ce sont des Apicomplexa parasites de bivalves dont les sporozoïtes sont flagellés et présentent une vacuole antérieure.
- Il n'y a pas de reproduction sexuée.

Ex. *Perkinsus marinus* et *P. atlanticus* sont les deux seules espèces du genre actuellement connues.



CHAPITRE IV. ETUDE DE QUELQUES ESPECES PARASITES

I. Les différents cycles parasitaires

Les différents cycles se résument au nombre d'hôtes nécessaires à un parasite pour qu'il puisse engendrer le passage à la génération suivante.

C'est toujours à l'état larvaire qu'un parasite arrive chez un hôte et s'installe sur ou dans le site (organe) qui lui convient, pour devenir adulte et se reproduire. Cet hôte est toujours l'hôte définitif. Dans le cas des cycles hétéroxènes, il peut y avoir un ou deux hôte intermédiaires qui sont indispensables aux différentes phases du développement larvaire.

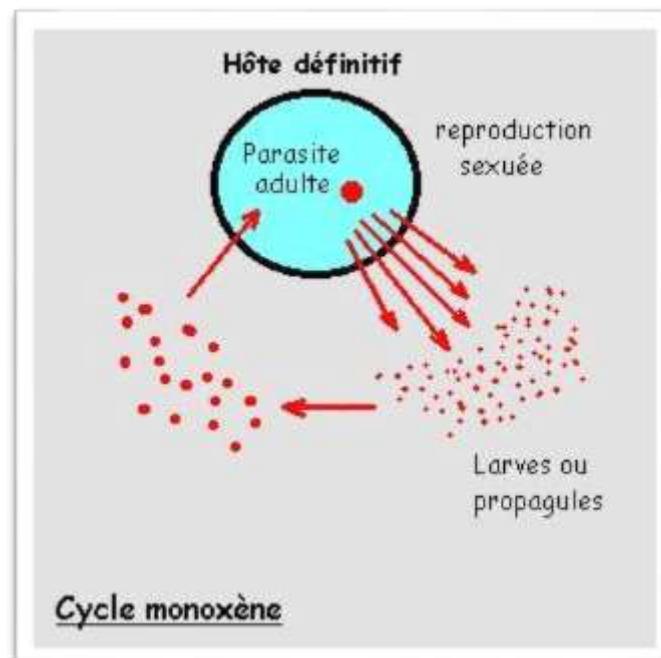
- Les deux grands types de cycles biologiques sont :

- Le cycle direct : cycle monoxène ou holoxène
- Les cycles indirects : cycles hétéroxènes

I.1. Cycle monoxène

Un seul hôte, à partir duquel le parasite libère une grande quantité de propagules. Les chances de rencontre entre les larves et un hôte sont élevées pour des espèces (hôtes) sédentaires : parasitisme élevé. Elles sont réduites pour des espèces errantes, laissant les œufs en attente de rencontrer un autre hôte de la même espèce : parasitisme faible.

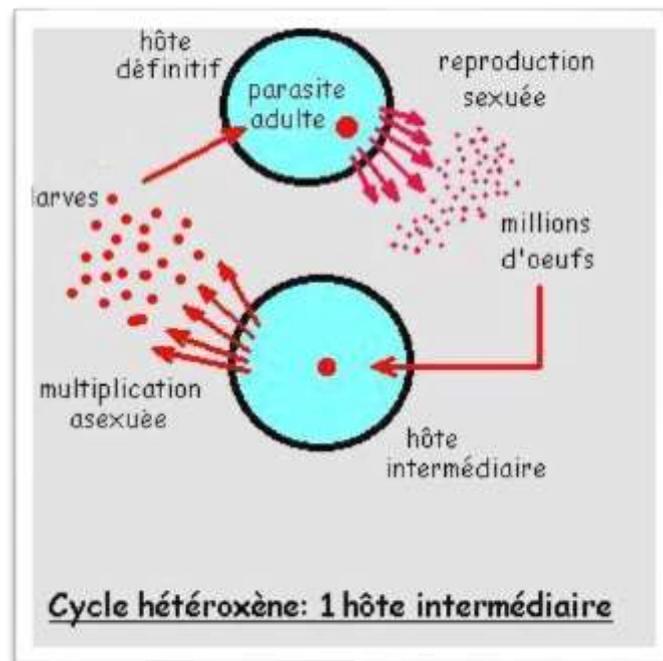
Dans le cas d'espèces errantes, les cycles sont favorisés par la formation de bancs. Les œufs peuvent alors rapidement trouver un hôte. Il y a transmission mutuelle d'œufs entre les individus hôtes.





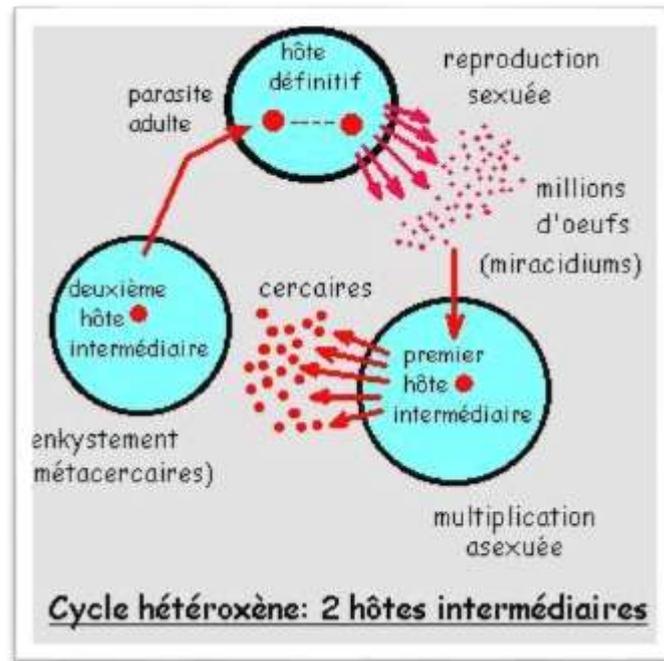
I.2. Cycle hétéroxène avec un hôte intermédiaire

Les millions d'œufs libérés par le parasite adulte vont produire des larves sexuées. L'éclosion peut avoir lieu dans l'eau, ou directement dans l'hôte intermédiaire. Les larves mâles et femelles se multiplient ensuite par division. Le développement se poursuit de manière générale par un enkystement (phase d'attente), qui permet à la larve de survivre en attendant de rencontrer un nouvel hôte définitif.



L.3. Cycle hétéroxène avec deux hôtes intermédiaires

- Le premier hôte intermédiaire joue le même rôle que dans le cas précédent. Il est très souvent spécifique ; c'est à dire qu'à une espèce de parasite, correspond une espèce d'hôte. Il faut donc que la rencontre se fasse au bon moment et au bon endroit. Chaque œuf peut ensuite donner de nombreuses larves sexuées : les sporocystes (mâles), les rédies (femelles).
- Le deuxième hôte intermédiaire reçoit une ou plusieurs larves issues des sporocystes et des rédies : les cercaires.
- Les cercaires vont s'enkyster dans le deuxième hôte intermédiaire et attendre que ce dernier soit mangé par un hôte définitif. L'hôte définitif est toujours un prédateur du dernier hôte intermédiaire.



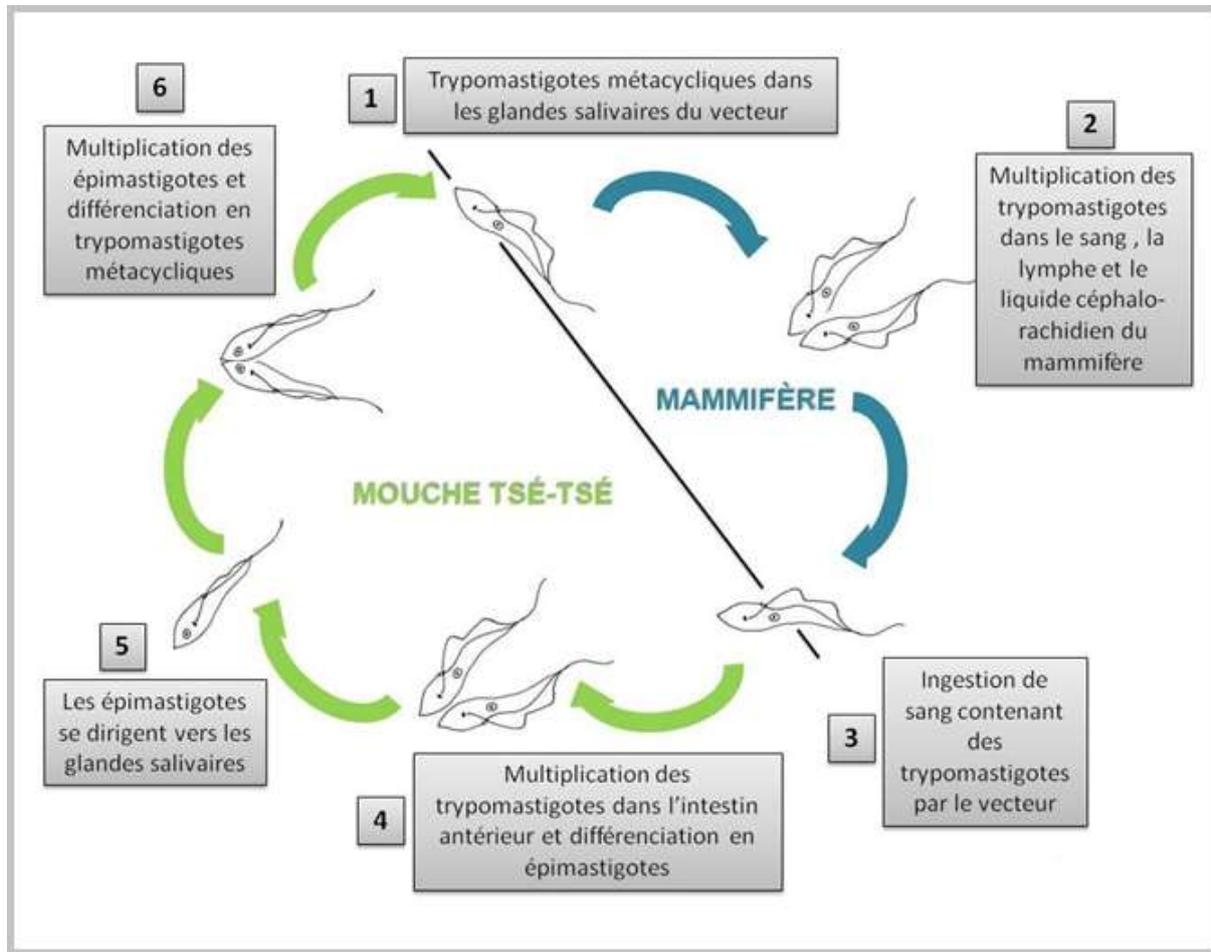
II. Etude du cycle parasitaire de *Trypanosoma gambiens* (Maladie du sommeil)

La trypanosomose humaine africaine, couramment appelée maladie du sommeil, est une maladie parasitaire endémique touchant de nombreux pays de l'Afrique Subsaharienne. Les parasites responsables sont des protozoaires flagellés sanguicoles et tissulaires, *Trypanosoma brucei gambiens* en Afrique de l'Ouest et Centrale et *Trypanosoma brucei rhodesiense* en Afrique de l'Est. Ils sont transmis à l'homme par un arthropode vecteur hématophage : la glossine (*Glossina palpalis*) ou mouche Tsé Tsé.

1. *T. brucei* est un trypanosome du type de salivaria. La forme infestante, trypomastigotes métacycliques, se développe dans la région antérieure du tube digestif de la mouche Tsé-tsé (glandes salivaires et proboscis) et est transmise au mammifère par la piqûre ;
2. Après la piqûre, on peut observer des trypanosomes dans le sang du mammifère. Ceux-ci se multiplient, sous forme trypomastigote, par fission binaire longitudinale et se propagent rapidement dans le sang, la lymphe et le liquide céphalorachidien ;
3. Quand une mouche Tsé-tsé pique le mammifère infecté pour se nourrir, elle ingère du sang contenant des trypomastigotes;
4. Les trypomastigotes se multiplient par fission binaire longitudinale dans l'intestin de la mouche et se transforment en épimastigotes;
5. Les épimastigotes se déplacent vers les glandes salivaires ;



6. Dans les glandes salivaires, les épimastigotes se multiplient par fission binaire et se transforment en trypomastigotes métacycliques, la forme infestante.



Cycle de développement de *Trypanosoma gambiense*

III. Etude du cycle parasitaire de *Leishmania donovani* (Leishmaniose viscérale)

Les leishmanioses sont des parasitoses du système monocytes-macrophages dont l'agent pathogène est un protozoaire flagellé du genre *Leishmania*. Il s'agit d'une zoonose, transmise de vertébré à vertébré par un moucheron hématophage, le phlébotome.

Le phlébotome femelle adulte est un suceur de sang, qui s'alimente habituellement la nuit sur sa proie endormie. Quand la mouche pique un homme atteint de *L. donovani*, l'agent pathogène est ingéré avec le sang de la proie. À ce moment le protozoaire se présente sous la plus petite de ses deux formes, appelé amastigote, non mobile, ronde.

Dans l'estomac du phlébotome, les amastigotes se transforment rapidement en une deuxième forme du *L. donovani* appelé le promastigote. Cette forme est fusiforme, sa taille est triple de celle de l'amastigote, et elle possède un simple flagelle qui lui permet d'être mobile. Les



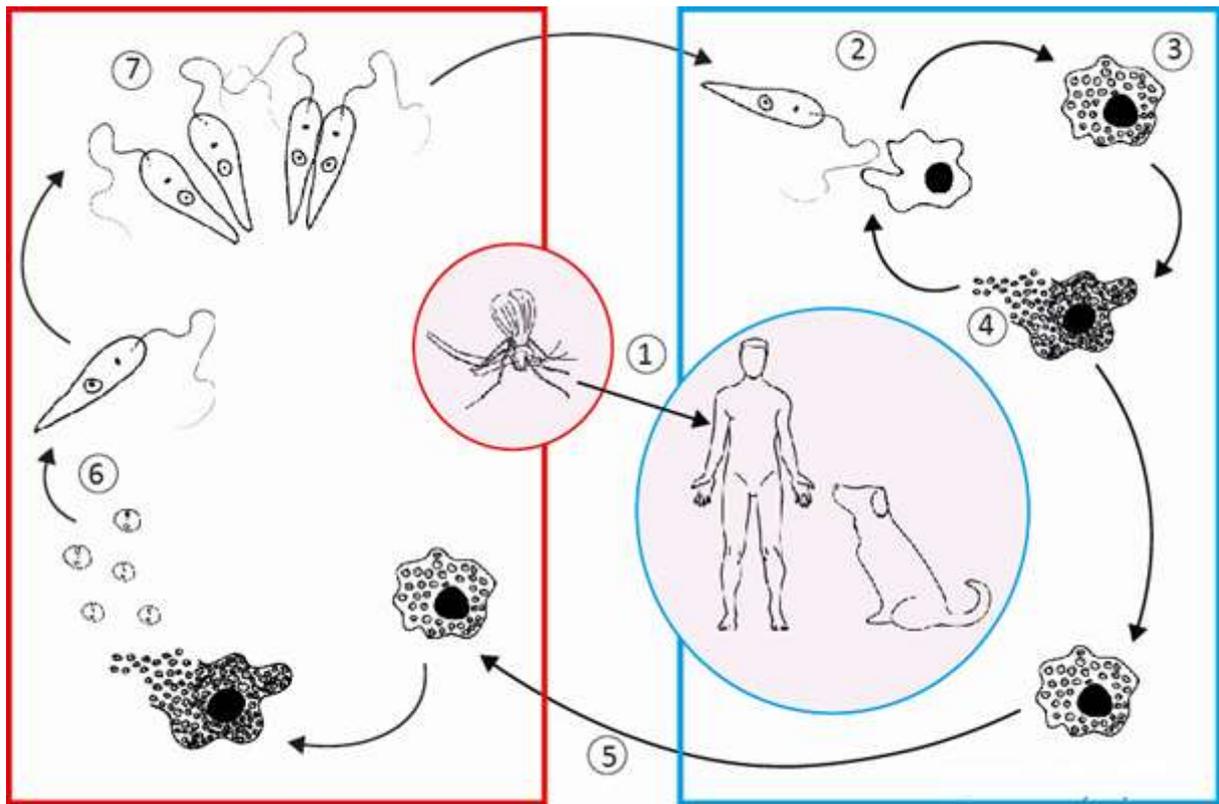
promastigotes vivent à l'extérieur des cellules dans le tube digestif du phlébotome pendant quelques jours, se reproduisent par voie asexuée puis migrent vers les glandes salivaires.

C'est pour eux un moyen d'être transmis de nouveau à un mammifère hôte, car la mouche injecte sa salive dans la proie quand elle pique. Les promastigotes sont injectés dans la circulation sanguine de l'hôte avec la salive de la mouche.

Une fois à l'intérieur de leur nouvel hôte, chaque promastigote s'accroche à un macrophage à l'aide de ses flagelles. Il est alors capturé vivant par la cellule sous l'action de phagocytose du macrophage. Une fois à l'intérieur, il se transforme à nouveau dans la forme la plus petite : l'amastigote. Comme amastigote, *L.donovani* peut seulement se reproduire à l'intérieur d'une cellule et les amastigotes se multiplient dans la partie la plus hostile du macrophage, à l'intérieur des organites phagolysosomes, dont ils peuvent empêcher la réponse défensive normale. Lorsqu'ils se sont reproduits jusqu'à un certain niveau, *L.donovani* détruit la cellule hôte sous l'effet de pression de la masse des parasites.

Les cellules filles des protozoaires migrent alors par la circulation sanguine pour trouver de nouveaux macrophages hôtes. À ce moment, *L.donovani* provoque une infection systémique et s'étend à tous les organes de l'hôte, en particulier à la rate et au foie.

- 1- La forme de *Leishmania* infectante est la forme promastigote, qui est injectée dans la circulation sanguine de l'hôte par le phlébotome femelle lorsqu'il se nourrit ;
- 2 – Les promastigotes se dirigent vers les cellules du système réticuloendothélial (c'est-à-dire les cellules phagocytaires mononucléaires) qui les phagocytent ;
- 3 – À l'intérieur des phagocytes (macrophages principalement), les promastigotes se divisent par scissiparité devenant des amastigotes.
- 4 – Les amastigotes se multiplient par divisions successives jusqu'à l'éclatement des phagocytes. Les amastigotes libérés sont à nouveau phagocytés et continuent de se multiplier ;
- 5 – Le phlébotome est infecté lors de l'ingestion de sang contenant des cellules parasitées ;
- 6 – Les amastigotes se transforment en promastigotes dans l'intestin du phlébotome.
- 7 – Les promastigotes se divisent par scissiparité, se multiplient et migrent vers le proboscis.

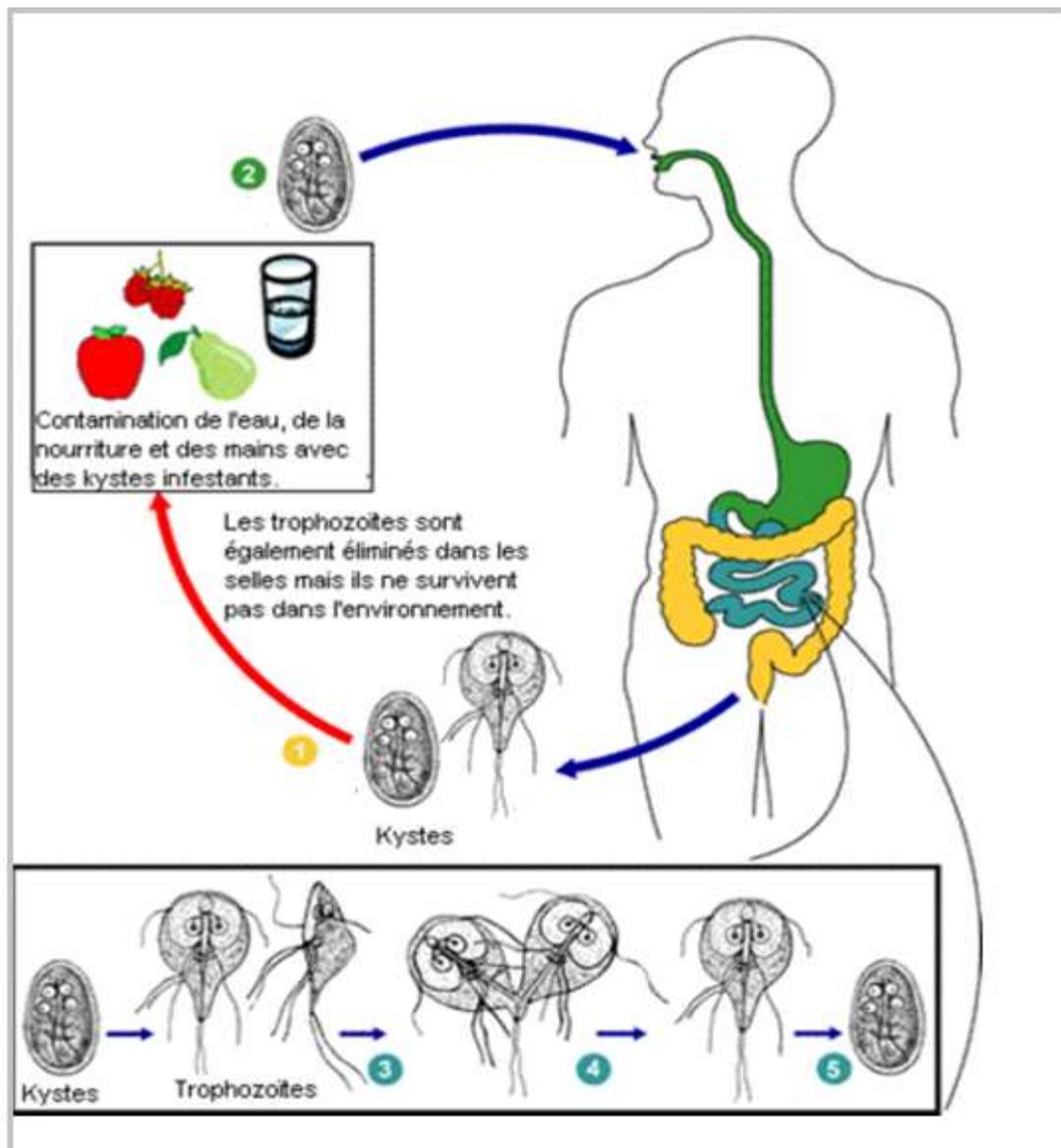


Cycle de développement de *Leishmania donovani*

IV. Etude du cycle parasitaire de *Giardia intestinalis* (Giardiose)

La giardiose, aussi appelée giardiose, ou encore lambliaose, est une maladie parasitaire fréquente, cosmopolite, le plus souvent bénigne lorsqu'elle est bien traitée. Elle est due à *Giardia intestinalis* (aussi appelé *Giardia duodenalis*, *Giardia lamblia* ou *Lamblia intestinalis*) : un parasite flagellé, du groupe des protozoaires qui infeste le tractus gastro-intestinal.

Le cycle parasitaire commence par un kyste non infestant éliminé dans les selles d'un individu infecté. Une fois dans l'environnement extérieur, le kyste devient infestant. Un caractère distinctif du kyste est qu'il possède 4 noyaux et un cytoplasme rétracté. Une fois ingéré par l'hôte, le trophozoïte arrive à un stade actif et il est capable de se mouvoir pour trouver sa nourriture. Il se nourrit aux dépens de la muqueuse à l'intérieur du tractus digestif et provoque chez l'hôte des douleurs épigastriques, une distension gazeuse excessive, une diarrhée grasseuse avec du mucus mais pas de sang. Ces symptômes peuvent durer 2 à 4 semaines mais pour un individu intolérant au lactose, les troubles peuvent persister jusqu'à six mois. Après l'étape de prolifération, le trophozoïte subit la phase de reproduction asexuée par scissiparité. Les trophozoïtes et les kystes résultants de la division traversent alors le système digestif et sont éliminés dans les selles.



Cycle de développement de *Giardia intestinalis*

V. Etude du cycle parasitaire d'*Entamoeba histolytica* (Dysenterie)

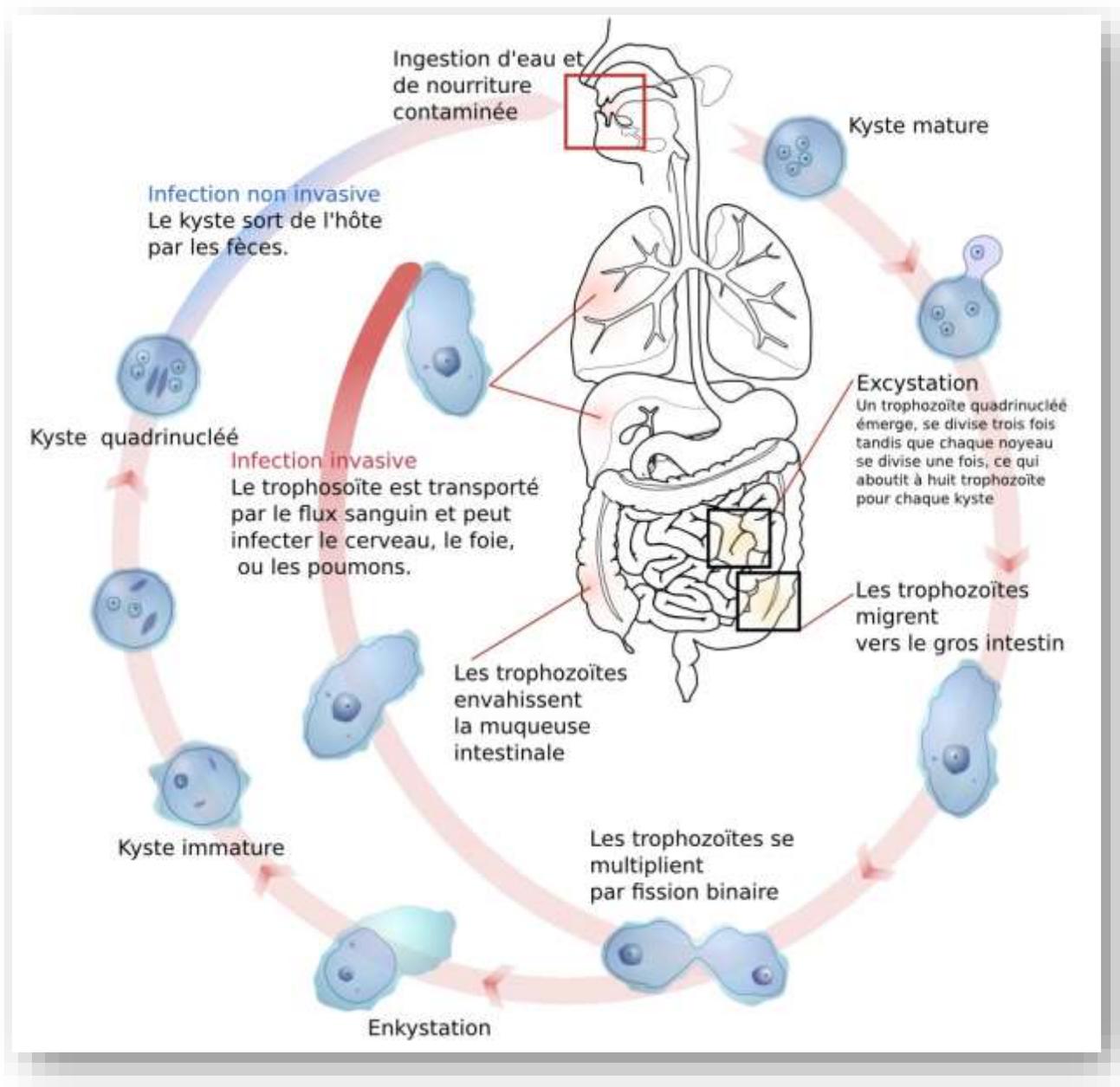
L'amibiase, est une parasitose grave, très largement répandue en zones tropicale et subtropicale ; due à un protozoaire hématophage dénommé *Entamoeba histolytica*, transmis par l'eau ou la nourriture contaminée. Elle entraîne une infection gastro-entérique de type dysentérique (diarrhée accompagnée de sang et de mucus). Outre l'atteinte digestive, le parasite peut également infecter d'autres organes tels le foie, le poumon et le cerveau.

Au cours de son cycle évolutif, *Entamoeba histolytica* prend successivement deux formes, à savoir la forme d'un trophozoïte amiboïde et la forme kystique infectieuse. À la suite de leur ingestion et de leur passage dans l'estomac, les kystes infectieux perdent leur coque protectrice et libèrent des trophozoïtes actifs dans le côlon. Les trophozoïtes se multiplient ensuite par



simple division binaire et s'enkystent au fil de leur progression dans le côlon. Les kystes sont finalement excrétés à l'extérieur dans les selles ; sous forme de kystes fécaux. Ils peuvent survivre dans un environnement humide pendant quelques semaines, voire des mois ; cela permet de boucler un cycle sans hôte intermédiaire.

Accidentellement, les formes *Entamoeba histolytica minuta* coliques se transforment en *Entamoeba histolytica histolytica*, provoquant des abcès de la muqueuse du tube digestif où les amibes se multiplient. Les Trophozoïtes sont transportées par le flux sanguin et peuvent infecter d'autres organes tels que le foie, poumons et le cerveau.

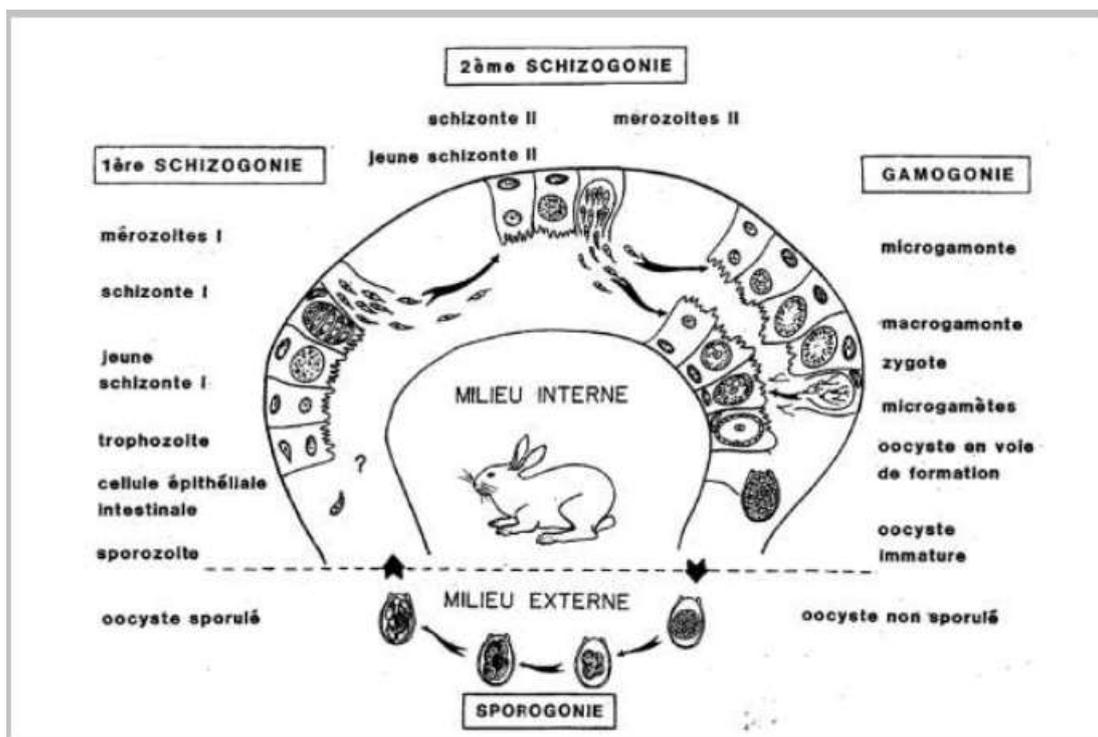


Cycle de développement d'*Entamoeba histolytica*



VI. Etude du cycle parasitaire d'*Eimeria perforans* (Maladie du gros ventre chez le lapin)

Toutes les espèces d'*Eimeria* du lapin ont un cycle monoxène (impliquant un seul hôte). Le cycle comprend une phase externe et une phase interne. La phase externe dans l'environnement correspond à une étape de sporulation des oocystes dans le milieu extérieur (ou sporogonie). La phase interne correspond à la multiplication et à l'excrétion du parasite, au sein de l'hôte. Au cours de la phase interne, il y a d'abord une étape de reproduction asexuée qui conduit à la formation de schizontes puis de mérozoïtes ; cette étape est appelée schizogonie (ou mérogonie). Il peut y avoir une ou plusieurs schizogonies successives, le nombre de schizogonies étant en partie lié à l'espèce. Une des particularités des espèces du lapin, est la formation de deux types de schizontes : le type A contient des mérozoïtes polynucléés, alors que le type B contient d'avantage de mérozoïtes mais mononucléés. La dernière étape de la phase interne est une reproduction sexuée, ou gamogonie. On distingue deux types de gamètes chez le lapin : micro et microgamètes en lien avec les deux types de schizontes observés. A l'issue de la phase interne, un oocyste immature est produit et excrété avec les fèces de l'animal. Les oocystes non sporulés sont la forme de conservation du parasite dans le milieu extérieur, et sont réputés particulièrement résistants dans le temps et aux agents chimiques. Si les conditions environnementales, notamment en terme d'oxygénation et d'hygrométrie sont favorables, la sporulation a lieu. Les animaux vont se contaminer par ingestion orale des oocystes sporulés que ce soit en bâtiment ou au pâturage.



Cycle parasitaire d'*Eimeria perforans* (Maladie du gros ventre)



VII. Etude du cycle parasitaire de *Plasmodium falciparum* (Malaria ou paludisme)

Le paludisme (du latin palus, paludis = marais), appelé aussi malaria (de l'italien mal'aria = mauvais air), est une parasitose due à un protozoaire transmis par la piqûre d'un moustique, provoquant des fièvres intermittentes. Il est la cause d'environ deux millions de décès chaque année dans le monde, principalement dans les régions tropicales et en Afrique sub-saharienne. La cause de la maladie a été découverte le 6 novembre 1880 à l'hôpital militaire de Constantine (Algérie) par un médecin de l'armée française, Alphonse Laveran, qui reçut le prix Nobel de médecine et de physiologie en 1907. C'est en 1897 que le médecin Anglais Roland Ross prouva que les moustiques étaient les vecteurs de la maladie.

Le parasite *Plasmodium falciparum* est un parasite hétéroxène (Polyxène = qui possède plusieurs hôtes intermédiaires), est transmis par la piqûre de la femelle d'un moustique anophèle (du genre *Anopheles*, qui est l'hôte intermédiaire), qui se reproduit dans les zones marécageuses.

Plasmodium falciparum, présente un cycle de développement complexe :

Cycle asexué (schizogonie) :

- Se déroule chez l'homme
- Passe par 2 phases :
 - ▶ Phase exo érythrocytaire (pré érythrocytaire)
 - ▶ Phase endo érythrocytaire (érythrocytaire)

Cycle sexué (gamogonie) :

- Se déroule chez le vecteur
- Assure la contamination de nouveaux individus

❖ Multiplication asexuée ou schizogonie

Elle se déroule chez l'homme et comprend successivement une phase exoérythrocytaire et une phase érythrocytaire.

- ▶ **Phase Exo-érythrocytaire** : Les sporozoïtes inoculés par un anophèle sont transportés par le sang jusque dans le foie. Ils pénètrent dans les cellules hépatiques où ils se divisent activement donnant un grand nombre de schizozoïtes de premier ordre, qui peuvent parasiter d'autres cellules hépatiques ou des cellules sanguines. Cette évolution hépatique dure environ 7 jours.



- ▶ **Phase Endo-érythrocytaire** : Les schizozoïtes de premier ordre pénètrent dans les hématies. Ils se nourrissent aux dépens de l'hémoglobine et deviennent amiboïdes. À la fin de leur croissance, le noyau se divise, puis le cytoplasme se découpe en 8 ou 16 schizozoïtes de deuxième ordre, réalisant momentanément un "corps en rosette". À ce stade, le globule rouge éclate libérant les schizozoïtes, qui pénètrent dans de nouvelles hématies. Après plusieurs cycles de schizogonie, certains schizozoïtes endoérythrocytaires deviennent des gamontes (individus sexués). Les gamontes demeurent bloqués à ce stade chez l'homme. Ils ne peuvent poursuivre leur développement que chez l'anophèle.

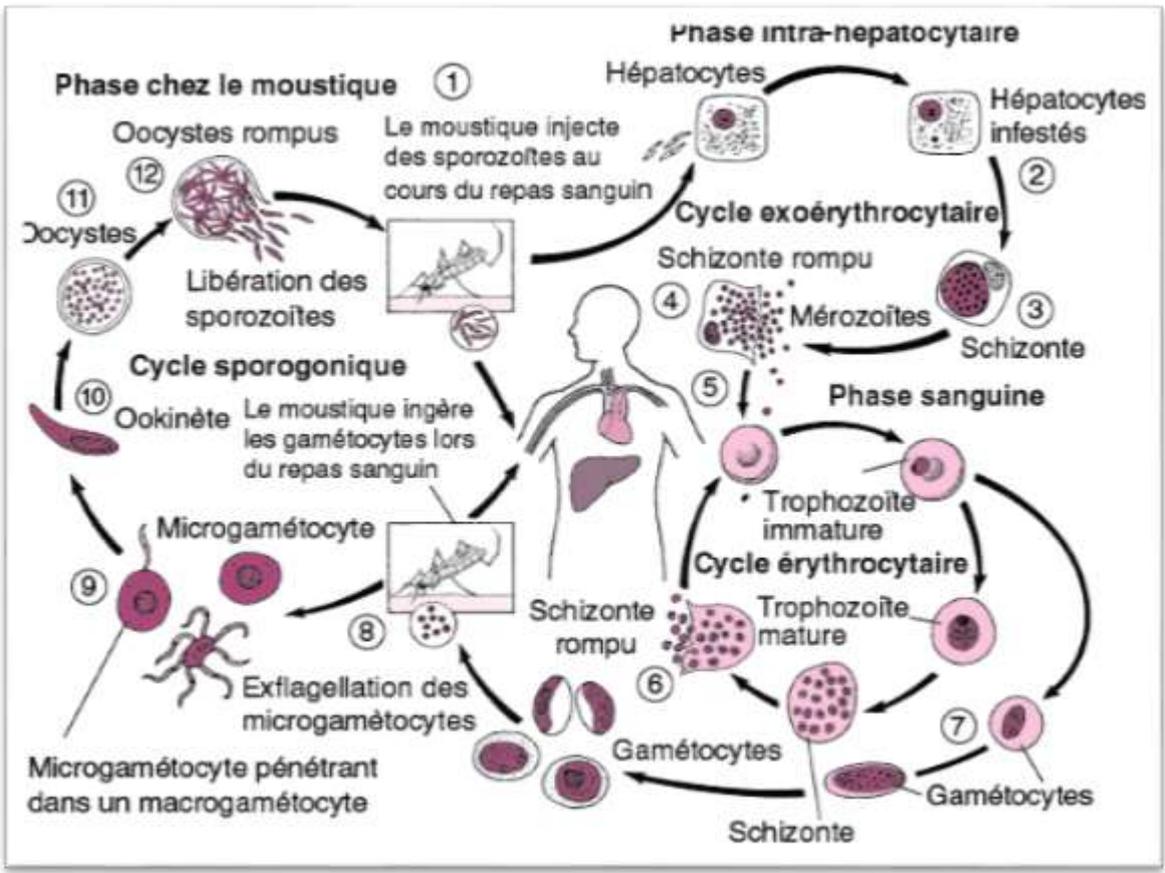
❖ Multiplication sexuée ou gamogonie

Elle a lieu dans le tube digestif de l'anophèle et dure environ 20 jours. Lorsque le moustique pique un malade, il absorbe des gamontes. Les uns vont se transformer en de volumineux macrogamètes femelles, les autres fourniront des microgamètes mâles. L'union de ces deux types de gamètes forme un zygote nommé Oocinète qui va se déplacer par des mouvements amiboïdes. Il traverse la paroi intestinale, puis subit la méiose et un grand nombre de mitoses pour former un volumineux sac sphérique ou Oocyste contenant des sporozoïtes. Lorsqu'il éclate, il libère plus de 10 000 sporozoïtes, qui sont transportés par l'hémolymphe jusque dans les glandes salivaires. Ils seront ensuite inoculés à un homme lors de la prochaine piqûre.

1. Le cycle évolutif du parasite responsable du paludisme implique 2 hôtes. Lors de l'absorption de sang, le moustique *Anopheles* femelle infestée par le paludisme inocule des sporozoïtes à son hôte humain.
2. Les sporozoïtes infestent les cellules hépatiques.
3. Dans cette localisation, les sporozoïtes se transforment en schizontes adultes.
4. Les schizontes se rompent et libèrent des mérozoïtes. Cette répllication initiale dans le foie est appelé le cycle exo-érythrocytaire.
5. Les mérozoïtes infestent les globules rouges. Le parasite se multiplie alors de façon asexuée (le cycle dit érythrocytaire). Les mérozoïtes se développent en trophozoïtes annulaires. Certains se transforment en schizontes.
6. Les schizontes se rompent et libèrent des mérozoïtes.
7. Certains trophozoïtes se différencient en gamétocytes.



- 8. Lors de l'absorption de sang, un moustique *Anopheles* ingère les parasites mâles (microgamétocytes) et femelles (macrogamétocytes), les gamétocytes débutant le cycle sporogonique.
- 9. Dans l'estomac du moustique, les microgamètes pénètrent dans les macrogamètes, en produisant des zygotes.
- 10. Les zygotes deviennent mobiles et allongés, se transforment en ookinètes.
- 11. Les ookinètes envahissent la paroi intestinale du moustique, où ils se développent en oocystes.
- 12. Les oocystes grandissent, se rompent, libèrent des sporozoïtes, qui vont gagner les glandes salivaires du moustique. L'inoculation des sporozoïtes dans un nouvel hôte humain perpétue le cycle évolutif du paludisme.



Cycle de développement de *Plasmodium falciparum*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANOFEL. 2014. Parasitologie médicale. Généralités et définitions. Polycopie de l'Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie. 411 p.

Arab A., Cherbi M., Kherbouche- Abrous O., Amine F., Bidi- Akli S., Hadou- Sanoun G.& Kourtaa- Fergani H.2015. Zoologie. Des Protozoaires aux Métazoaires Protostomiens. Tome I. Office des publications universitaires.151 p.

Beaumont A. & Cassier P. 2004. Biologie animale. Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. Tome 1. 3eme Edition. Editeur : DUNOD. 470 p.

Chanet B. 2010. Cahiers d'Anatomie Comparée. Organisation et Diversité du Monde Animal. NS°1(1):1-37.

Heusser S. & Dupuy H.G.2015. Atlas de biologie animale. Editeur : Dunod. 220 p.

Legendre H. 2017. Approche agro-écologique de la gestion du parasitisme en élevage : application en système cunicole biologique. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse. 193 p.

Perrier R. 1912. Cours élémentaire de zoologie, 5^{eme} édition. Editeurs : Masson et Cie, Paris. 871 p.

Meglitsch P.A. 1973. Zoologie des Invertébrés Tome 1, Protistes et Métazoaires primitifs. Editeur : Doin, Paris. 304 p.

Maissiat J., Baehr J.C. & Picaud J.L. 2005. Biologie animale. Invertébrés. Editeur. Dunod, Paris, 239 p.

Jurd R.D. 2000. L'essentiel en Biologie animale. Editeur : Berti, Paris. 329 p.

Beaumont A., Cassier P., Truchot J.P. & Dauça M. 2004. Biologie et physiologie animales. Ed. Dunod, Paris. 493 p.