

ZOOLOGIE

PROTOZOAIRES

BIBLIOGRAPHIE

1	Molecular biology of The Cell :	Bruce Alberts et al	Garland publishing Inc; New York & London
2	Integrated principles of Zoology	C. P. Hickman Jr et al.	Times Mirror / Mosby College; St-Louis, Toronto
3	Parasitology in Focus	H. Mehlhorn	Springer, Berlin, Heidelberg, New-York
4	Biology Laboratory Manual	Sylvia S. Mader	WCB McGraw-Hill, Boston
5	Dictionnaire de Biologie	T. Lender, R. Delavault et A. Le Moine	Presses Universitaires de France

GENERALITES

Le monde vivant se divise en deux règnes: le règne animal et le règne végétal.

Le règne animal se divise à son tour en 2 sous-règnes : le sous-règne des métazoaires (organismes pluricellulaires) et celui des protozoaires.

Les protozoaires sont les premiers animaux (du grec, prôtos : premier et zôn, animal). 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. La '**cell doctrine**' de Schleiden & Schwann (1838) marqua la naissance de la biologie cellulaire en proposant que la cellule nucléée soit considérée comme l'unité structurale et fonctionnelle des organismes végétaux et animaux. On pu ainsi découvrir que les protozoaires sont des organismes complets du point de vue fonctionnel et complexes par leurs nombreuses structures micro anatomiques. Grâce à la découverte de nouvelles techniques d'analyse du monde vivant, notamment la microscopie électronique, l'ultrastructure des protozoaires fut mieux comprise, permettant ainsi d'en préciser la morphologie. Les techniques biochimiques telles que l'enzymologie sont actuellement exploitées pour une différenciation plus poussée des espèces morphologiquement semblables.

Ce cours ne présentera pas de façon exhaustive le sous règne des protozoaires. L'accent sera mis sur ceux d'intérêt médical et vétérinaire présents en Afrique centrale.

LE SOUS REGNE DES PROTOZOAIRES

Il est extrêmement difficile de définir le groupe d'organismes communément appelé protozoaires. Ils sont généralement définis comme des **animaux unicellulaires**. Leur noyau contient de la chromatine de densité variable selon l'état physiologique dans lequel ils se trouvent. Leur cytoplasme contient généralement des organites et des vacuoles alimentaires.

Plus de 64000 espèces de protozoaires sont à présent identifiées. Ces animaux dont la moitié est constituée de fossiles se retrouvent dans tous les milieux où la vie est présente.

I - DISTINCTION ENTRE PROTOZOAIRES ET METAZOAIRES

Un organisme protozoaire possède toutes les caractéristiques de base d'une cellule de métazoaire, auxquelles s'ajoutent les organites de locomotion.

Certains protozoaires s'organisent en **colonies** (amas de cellules semblables issues de la multiplication asexuée d'un individu). D'autres passent par un stade pluricellulaire au cours de leur cycle de développement.

Certains zoologistes préfèrent définir les protozoaires comme **acellulaires** (organismes non subdivisés en cellules).

II - DISTINCTION ENTRE ANIMAUX ET VEGETAUX: CONCEPT DE PROTISTES

Chez les pluricellulaires, la distinction entre animaux et végétaux est basée sur 3 principaux critères: l'absence ou la présence de la chlorophylle, de la cellulose ou des organes de locomotion.

Chez les unicellulaires, cette distinction est moins nette.

- **La chlorophylle**

A la suite d'un processus de division très rapide ou d'une simple mutation, certains flagellés chlorophylliens peuvent ne pas hériter du chromatophore parental (organite contenant des pigments assimilateurs), se distinguant ainsi nettement des espèces végétales. Il peut donc en résulter des genres morphologiquement identiques, tels que **Chryptomonas** avec chromatophore et **Chilomonas** sans chromatophore.

- **La cellulose**

Chez certains **dinoflagellés**, on trouve de la cellulose mais pas de chlorophylle.

- **La motilité**

Ce critère de distinction n'est pas valable car certains organismes indifféremment pluricellulaires (Eponges) ou unicellulaires sont sessiles (fixes). Par contre, plusieurs algues ont des stades mobiles.

Les 3 critères précédents (Chlorophylle, cellulose, mobilité) n'apportent pas une distinction nette entre plantes et animaux que si l'on exclue les éponges, les champignons ou les plantes insectivores.

Le terme **protiste** désigne tous les organismes unicellulaires : animaux (protozoaires) et végétaux (protophytes).

III - NOTIONS DE SYSTEMATIQUE

La **systematique** est l'étude théorique des bases, principes, règles et lois de la classification des espèces du règne animal et végétal. Syn: **taxonomie** ou **taxinomie**.

Cette discipline a pour rôle principal de retracer la phylogénie (étudier l'arbre généalogique comportant les espèces préexistantes et actuelles). Cette discipline peut ainsi apporter une clarté dans la reconnaissance et la classification du très grand nombre d'organismes vivants.

L'espèce, élément de base de la systematique est l'ensemble des individus qui se ressemblent entre eux autant qu'ils ressemblent à leurs parents (caractères morphologiques, physiologiques, biochimiques, caryolytiques, écologiques).

Les individus d'une même espèce sont interféconds alors que les individus de 2 espèces différentes sont généralement stériles.

Pour éviter les confusions, des règles de nomenclature internationales suivantes ont été adoptées:

- Chaque nom d'espèce est relié à un exemplaire type à archiver.
- Lorsque la même espèce est décrite plusieurs fois, le premier nom adopté par la nomenclature est le seul considéré.
- Les catégories supérieures à "l'ordre" ne sont pas soumises à la nomenclature et peuvent par conséquent être différemment nommées par divers auteurs.
- Les décisions subjectives sont inévitables, malgré tous les critères d'objectivité et l'utilisation des méthodes statistiques.

La systematique s'appuie sur la nomenclature binomiale (à 2 noms) adoptée par Linné, botaniste suédois (1707-1778).

Selon cette nomenclature, les organismes sont généralement désignés par le nom de leur genre dont la première lettre est écrite en majuscule, suivi par le nom de leur espèce en minuscules. Les deux soulignés ou écrits en italiques pour tout document scientifique.

EXEMPLE: CLASSIFICATION DE L'ABEILLE.

Le nom scientifique s'écrit: *Apis mellifica* ou Apis mellifica

Catégories	Exemple
Règne (regnum)	
Sous-règne (subregnum)	Metazoa
Division (divisio)	Eumetazoa
Subdivision (subdivisio)	Bilateria
Embranchement (Phylum)	Arthropoda
Sous-embranchement (subphylum)	Tracheata
Classe (classis)	Insecta
Superordre (Superordo)	Hymenopteroidea
Ordre (ordo)	Hymenoptera
Sous-ordre (subordo)	Aculeata
Superfamille (superfamilia)	Apoidea
Famille (familia)	Apidae
Sous-famille (subfamilia)	Apinae
Genre (genus)	Apis
Espèce (species)	mellifica
Sous-espèce (subspecies)	ligustica

Les terminaisons suivantes sont généralement adoptées

- oidea (superordre, superfamille)
- idea (famille)
- inae (sous-famille)

IV - CARACTERES GENERAUX DES EMBRANCHEMENTS DE PROTOZOAIRES

1. Ce sont des animaux unicellulaires
2. Leur morphologie est extrêmement variable. Dans ce groupe se retrouvent des formes très simples à cotés de formes hautement complexes.
3. Ils sont pour la plupart microscopiques mais leur taille varie de quelques μm (Plasmodium) à quelques mm (grégarines).
4. Le noyau et le cytoplasme sont également variés
5. Ils sont uni ou plurinucléés. La partie centrale du cytoplasme appelée **endoplasme** est souvent distinguée de la partie périphérique appelée **ectoplasme**
6. Divers modes de vie sont représentés: libres, parasite, commensal, mutualiste à habitat aquatiques ou terrestres. Certains sont coloniaux et d'autres comportent des stades pluricellulaires dans leurs cycles de développement.
7. La locomotion est le fait de pseudopodes, cils, flagelles et mouvement cellulaires directs.

8. La reproduction est parfois **asexuée** par fission binaire ou par bourgeonnement. Elle peut également être **sexuée** par conjugaison ou par syngamie (union d'un gamète mâle et femelle pour former un œuf).
9. La digestion s'effectue dans les vacuoles digestives ou phagosomes.
10. L'excrétion s'effectue grâce aux vacuoles contractiles.

V- 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

V.1 - LOCOMOTION

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

V.1.1 - Cils et flagelles

Plusieurs cellules de protozoaire et de métazoaires utilisent ces structures pour la locomotion. Elles servent également à créer un courant d'eau pour leur nutrition, respiration, excrétion et osmorégulation.

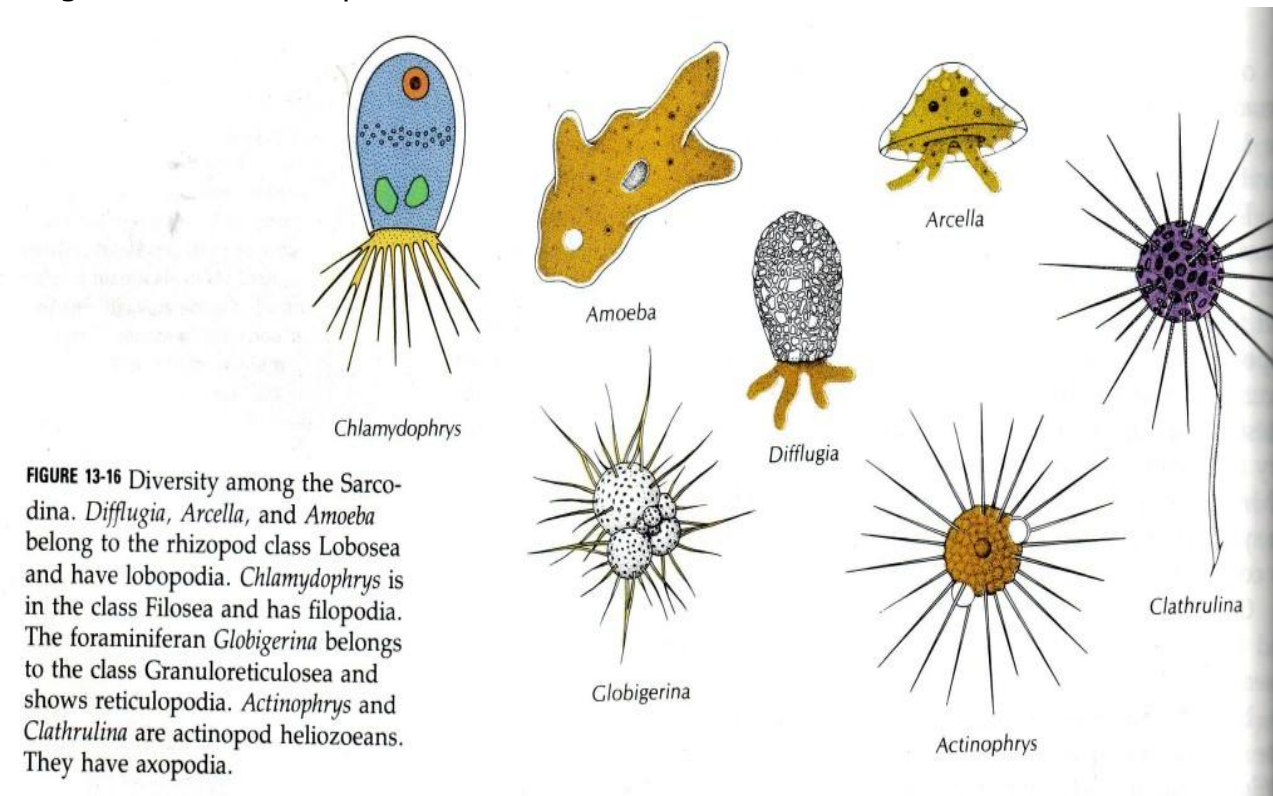
Il n'y a pas de différence morphologique entre cils et flagelles. Ce sont des structures formées d'un **axonème**, cylindre de microtubules (μT) en arrangement "9+2" = 9 paires de μ tubules périphériques et 2 μT centraux. Toutefois, le cil est plus court et propulse l'eau parallèlement à la surface qui 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 μT s'ajoute à chaque paire périphérique pour former le **cinétosome**. Le cinétosome est un tube court de 9 triplets de μT , 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**.

V.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 l'homme par ex, la plupart des mécanismes de défense contre les agents infectieux se fait grâce aux mouvements amiboïdes des leucocytes (GB). Ces mouvements, comme ceux des fibres musculaires se font grâce aux μ filaments d'actine qui confèrent sa thixotropie au cytoplasme.

Chez les protozoaires, les pseudopodes existent sous diverses formes.

- Les **lobopodes** sont des pseudopodes larges contenant ectoplasme et endoplasme (Genre Limax).
- Les **filipodes** sont des extensions fines souvent ramifiées ne contenant que l'ectoplasme (Genre Euglypha).
- Les **réticulopodes** sont des pseudopodes semblables aux filipodes qui se rejoignent pour former un réseau en forme de filet (Genre Globigerina)
- Les **axopodes** sont des pseudopodes constituants des filaments axiaux longs et fins contenant des μT 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.



V.2 - EXCRETION ET OSMOREGULATION

Des **vacuoles contractiles** qui se remplissent de liquide et se vident par intermittence, sont de complexité variable.

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 P^o 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.

V.3 - NUTRITION

Les protozoaires peuvent être classés en 2 groupes: Les **autotrophes** et les **hétérotrophes** (selon qu'ils synthétisent ou ne synthétisent pas leur constituants organiques à partir des substrats minéraux).

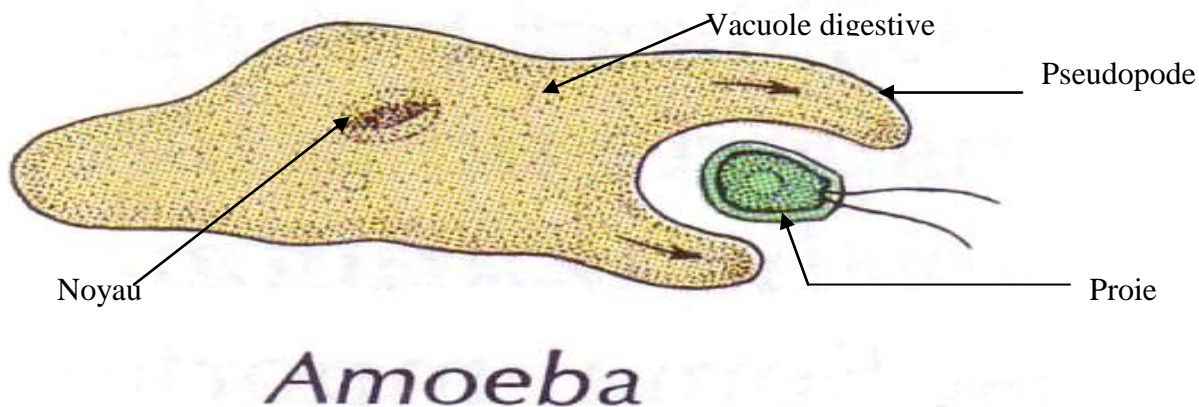
Les autotrophes se nourrissent grâce à une activité photosynthétique

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

a) - La nutrition des phagotrophes ou nutrition holozoïque

Ici, les protozoaires capturent leur nutriments ou leur proies par des pseudopodes (Amibes), par succion (Didinium) ou par action combinée de flagelles et d'une collerette (Codosiga). Les particules à digérer sont généralement contenues dans des vacuoles alimentaires ou phagosomes. Les lysosomes contenant des enzymes fusionnent alors avec les phagosomes dont le volume diminue au fur et à mesure que les produits digérés gagnent le cytoplasme.

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 **cytopyge ou cytoprocte**.



b) - 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.

V.4 – REPRODUCTION

Une des principales caractéristiques des protozoaires est leur grande capacité de multiplication. On distingue 2 modes de reproduction :

V.4.1- Reproduction asexuée

La **fission ou scissiparité** est le processus de multiplication asexuée qui résulte en la production de plusieurs individus.

Le type le plus courant est la **fission binaire** qui résulte en la production de 2 individus essentiellement identiques.

Lorsque l'individu-fils est de taille considérablement moindre que celle du parent, on parle de **bourgeonnement**. (Cas de certains ciliés)

La **fission multiple ou schizogonie** est une division du cytoplasme (**cytocinèse**) précédée par une ou plusieurs divisions nucléaires.

Si la fission multiple est précédée ou associée à la fusion de gamètes, elle est appelée **sporogonie**.

Le processus de division chez les protozoaires se distingue de la mitose des métazoaires par la persistance de la membrane nucléaire à toutes les étapes.

Les centrioles n'ont pas été observés chez les ciliés où le macronoyau s'allonge simplement et se divise. Ce processus est appelé **amitose**.

V.4.2 - Reproduction sexuée

La multiplication sexuée est largement représentée chez les protozoaires. C'est un moyen de recombinaison génétique. Les gamètes, noyaux ou pronuclei qui fusionnent pendant la fécondation pour donner un œuf ou **zygote** reconstituent le nombre diploïde de chromosomes de l'espèce.

Quand les gamètes sont semblables, il s'agit d'une **isogamie**. Plus fréquente est l'**anisogamie** où les gamètes sont dissemblables.

Si la méiose a lieu juste avant la formation des gamètes, comme chez les métazoaires, on parle d'une **méiose gamétique** (Héliozoaires, ciliés). Une méiose se déroulant directement après la fécondation est dite **méiose zygotique** (Sporozoaires).

La fusion entre 2 gamètes individualisés pour former un zygote est une **syngamie**. Chez certains protozoaires les noyaux gamétiques issus d'une méiose forment un **zygote** dans le même organisme. C'est l'**autogamie**.

Dans d'autres cas, les noyaux gamétiques sont échangés entre deux individus appariés c'est un phénomène de multiplication sexuée caractéristique des ciliés, appelé **conjugaison**.

V.5 - 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. Les individus enkystés se caractérisent également par leur métabolisme ralenti et la régression de certaines organelles telles que cils et flagelles.

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.

V.6 – MODE DE VIE

Les protozoaires sont en majorité hétérotrophes libres aquatiques. Certains sont **symbiotes**

La symbiose: c'est le fait que 2 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).