



Biodiversité des parasites

par: Dr. NABTI Ismahane

Biodiversité des parasites

Introduction à la biodiversité animale

Parasite et interactions durables

Biologie des parasites et parasitisme

Les protozoaires –biodiversité–

Les métazoaires –biodiversité–

Chapitre 4:

Les protozoaires –biodiversité-

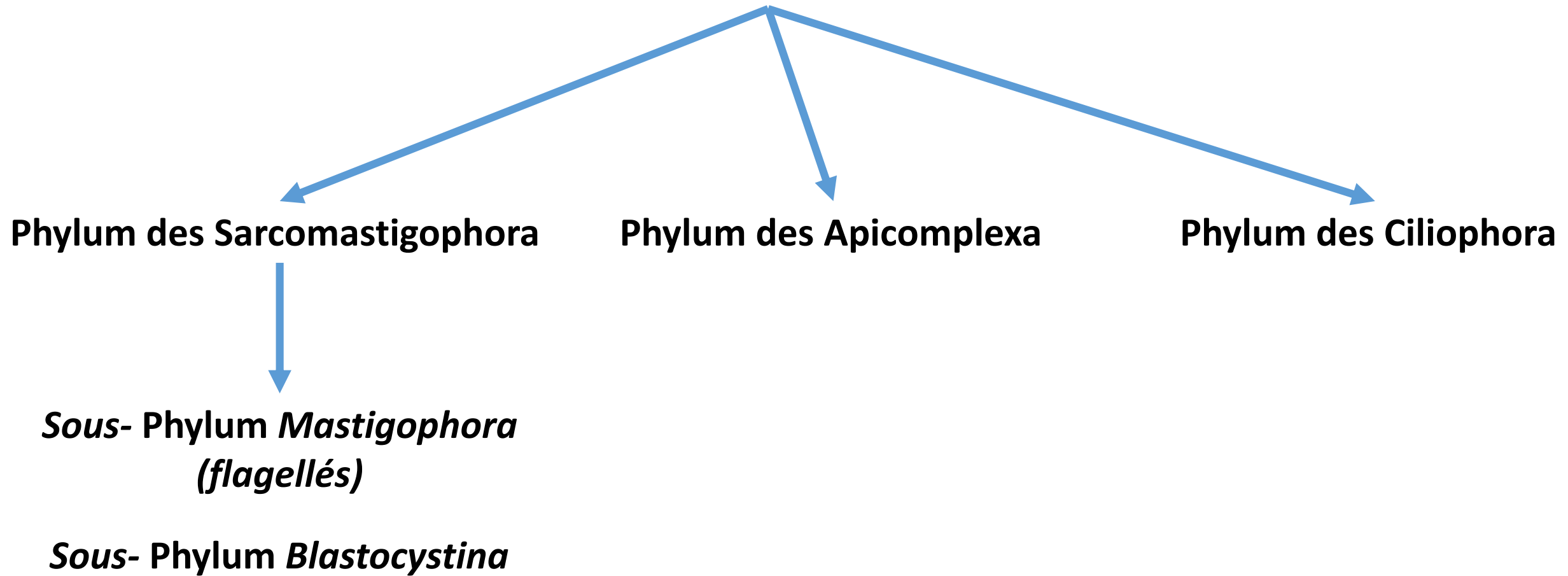
Les protozoaires –biodiversité–

Phylum des Sarcomastigophora

Phylum des Apicomplexa

Phylum des Ciliophora

Les protistes parasites



Phylum des Sarcomastigophora



Sous- Phylum Mastigophora (flagellés)

Classe *Zoomastigophorea*

Superclasse *Rhizopoda*
(déplacement à l'aide de pseudopodes)

➡ Ordre *Kinetoplastida*

➡ Ordre *Retortamonadida*

➡ Ordre *Diplomonadida*

➡ Ordre : *Trichomonadida*

➡ Ordre *Amoebida*

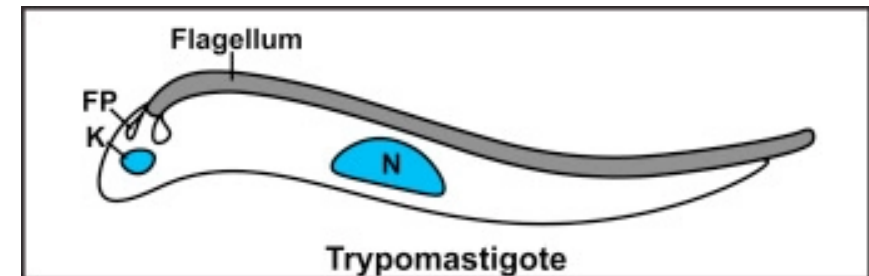
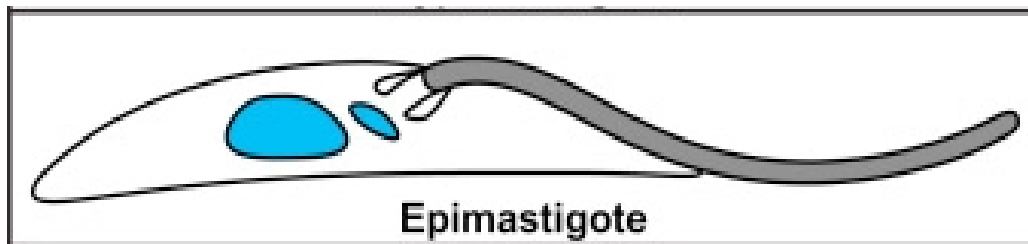
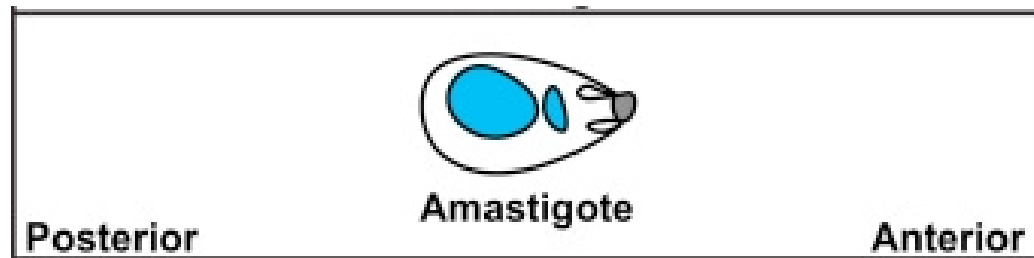
➡ Ordre *Acanthopodida*

1. Ordre *Kinetoplastida* (sanguicole et transmis par vecteurs hématophages)

1.1. Les trypanosomes :

Ces des protozoaires **flagellés** de très petite taille, responsables des **trypanosomoses**. Ils n'ont qu'un seul flagelle et peuvent présenter des cycles évolutifs plus ou moins complexes comportant **deux hôtes**.

Les Trypanosomes présentent trois grands types morphologiques : **épimastigote**, **trypomastigote** et **amastigote**.



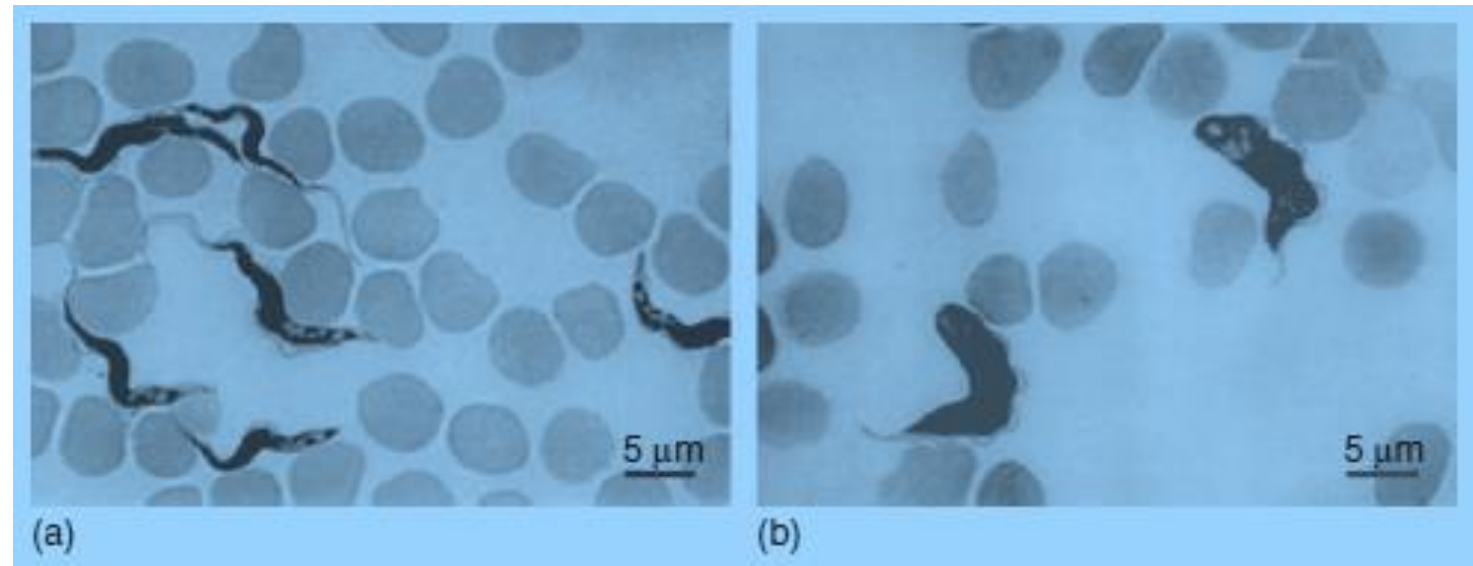
a) *Trypanosoma brucei*:

- **Provoque: la maladie du sommeil** chez l'homme et **le Nagana** (Trypanosomiase animale africaine) chez les ruminants.
- **Hôtes:** Une variété de mammifères
- **Vecteurs:** les mouches tsé-tsé (insectes hématophages de la famille des Glossinidae)
- **Sous-espèces (complexes):** *Trypanosoma brucei gambiense*, *T. brucei rhodesiense* et *T. brucei brucei* (diffèrent en termes de gamme d'hôtes et de pathogénicité/ pas de différence morphologique).
- **Formes:** le parasite peut apparaître sous trois formes **épimastigote** (hôte intermédiaire), **trypomastigote** (hôte définitif + hôte intermédiaire) et **amastigote** (hôte définitif).

- **Biologie:**

- Lorsqu'un hôte vertébré est infecté, jusqu'à **20 000 organismes** métacycliques au stade trypomastigote sont transmis **à la peau** via la salive de la mouche tsé-tsé .
- Les stades infectieux restent dans **les espaces intercellulaires** autour du site de la morsure pendant 2 semaines, où ils se reproduisent par **fission binaire**, avant d'entrer dans la circulation sanguine.
- Les formes sanguines des trypomastigotes sont initialement **longues et élancées**, très **actives et mobiles**.
- un temps de multiplication d'environ **6 h** et par conséquent en très peu de temps, ils peuvent constituer une forte densité de population (jusqu'à 100 000 parasites/ml de sang chez l'homme et jusqu'à 100 millions de parasites/ml de sang chez la souris ou le rat) .

- Il possède une variation antigénique qui lui offre une protection à long terme contre la réponse immunitaire.
- A chaque fois que la densité parasitaire atteint un seuil, les formes **élancées** se transforment en formes **intermédiaires** et enfin en formes **trapues** courtes de trypomastigotes. Ceux-ci **ne se divisent plus activement**, mais **sont infectieux** pour les mouche tsé tsé.



(a) Forme élancé et (b) forme sanguine trapue de Trypanosoma brucei. (auteur: E. Vassella and M. Boshard)

- Comme *Trypanosoma brucei* est biologiquement lié à l'hôte de la mouche tsé-tsé (*Glossina* spp.), cette espèce de mouche n'est présente que dans la «**ceinture de glossines**» **d'Afrique**, une large étendue entre **le désert du Sahara et l'Afrique australe**.
- La prévalence de *T. brucei* chez les glossines **est extrêmement faible**. En général, seulement 0,1 % des mouches sont infectées, ce qui réduit considérablement la probabilité que les touristes soient infectés.
- i. **Trypanosoma brucei gambiense** est transmis par les glossines **du groupe palpalis**, qui habitent **les biotopes humides**, tels que les forêts tropicales d'Afrique de l'Ouest. Les humains sont leurs **hôtes principaux**, tandis que les chiens et les porcs sont des **hôtes réservoirs**.

- ii. *Trypanosoma brucei rhodesiense* est transmis par les glossines **du groupe morsitans**, dont les habitats de prédilection sont **les savanes**.
- Les principaux hôtes de *T. b. rhodesiense* sont les animaux sauvages, tels que les guibs et les bubales, mais l'infection se retrouve également chez les moutons, les chèvres et les bovins.
 - L'infection est principalement **latente** chez les animaux, et les humains ne sont que rarement infectés, car le vecteur principal, Glossina morsitans, les cible rarement.
- iii. *Trypanosoma brucei brucei* est également transmis par les glossines **du groupe morsitans**. Leurs hôtes comprennent tous **les ongulés** ainsi que certaines espèces de **carnivores** (par exemple, les hyènes, les lions et les chiens). Sauf quelques exceptions, **l'homme ne peut pas être infecté par *T. b. brucei***, car ils sont porteurs de deux facteurs sériques trypanolytiques.

- La capacité des trypanosomes à infecter les mouches tsé-tsé **varie selon l'âge de l'insecte**, avec un taux de réussite **de 8% le premier jour** de vie, jusqu'à **2% le deuxième jour** de vie. A partir **du troisième jour**, les glossines sont résistant à l'infection.
- Cette faible efficacité d'infection est due au fait que *T. brucei* prend environ **1h** pour passer de la génération d'énergie **anaérobie** (forme de la circulation sanguine des vertébrés) à la génération d'énergie **aérobie** (forme de l'intestin de l'insecte).

b) Trypanosoma congolense

- **Provoque: le Nagana** (Trypanosomiase animale africaine) chez les ruminants.
- **Hôtes:** ruminants sauvages et domestique (les domestiques sont plus durement touchés)
- **Vecteurs:** les mouches tsé-tsé (insectes hématophages de la famille des Glossinidae)
- **Sous-espèces (complexes):** une variation antigénique.
- **Formes:** le parasite peut apparaître sous trois formes **épimastigote (hôte intermédiaire), trypomastigote (hôte définitif + hôte intermédiaire) et amastigote (hôte définitif).**
les stades sanguins de parasite ont un flagelle court, mouvement lent.
- **Biologie:**
 - Le développement à l'intérieur de la mouche prend 2 à 3 semaines.
 - Le taux d'infection est généralement de 10 à 15 %.

- *Trypanosoma congolense* utilise comme hôtes intermédiaire un large éventail d'espèces de Glossines, y compris les groupes **palpalis**, **morsitans** et **fusca**, c'est pourquoi le parasite peut se trouver dans tous les habitats de la mouche tsé-tsé.
- Nagana provoqué par *T. congolense* est la maladie bovine qui provoque la pertes économique la plus importante en Afrique. La maladie se caractérise par un déclin constant, entraînant une perte de poids, une faiblesse et finalement la mort.

c) *Trypanosoma vivax*

- **Provoque: le Nagana** (Trypanosomiase animale africaine) chez les ruminants.
- **Hôtes:** ruminants sauvages et domestique (les domestiques sont plus durement touchés)
- **Vecteurs:** les mouches tsé-tsé (insectes hématophages de la famille des Glossinidae)
- **Formes:** le parasite peut apparaitre sous trois forme **épimastigote (hôte intermédiaire), trypomastigote (hôte définitif + hôte intermédiaire) et amastigote (hôte définitif)**. les stades sanguines de parasite ont un flagelle long, mouvement rapide.
- **Biologie:**
 - Sa biologie **est similaire** à celui de *T. brucei*
 - Tout le développement du parasite se déroule **dans les pièces buccales de la mouche**
 - *T. vivax* peut affecter tout **les groupe de glossines**

- Le développement à l'intérieur de la mouche ne prend pas plus de 5 jours.
- Le taux d'infection est généralement de 40 %.
- *T. vivax* peut également être transmis mécaniquement par les Tabanidae (les taons)
- Il est possible que le bétail infecté a amené *T. vivax* au sud Amérique, où il s'est maintenant répandu dans certaines régions. Cependant, c'est rare qu'il existe des grandes épidémies en Amérique du Sud.

d) *Trypanosoma evansi*

- **Provoque: le Surra** (une maladie infectieuse des mammifères) chez les ongulés.
- **Hôtes:** les ongulés principalement, mais aussi les rongeurs et les carnivores
- **Vecteurs:** les Tabanidae principalement, mais aussi les mouches tsé-tsé, les Muscidae et autre insecte hématophage sont des probable vecteurs. Les **chauves-souris** aussi peuvent transmettre le parasite et être infectés. Le parasite peut être transmit mécaniquement par le **sang infecté restant** dans les pièces buccales des insectes hématophages.
- **Formes:** le parasite peut apparaitre sous trois forme **épimastigote** (hôte intermédiaire), **trypomastigote** (hôte définitif + hôte intermédiaire) et **amastigote** (hôte définitif).

- **Biologie:**

- Certains auteurs considèrent *T. evansi* comme une **sous-espèce** de *T. brucei* qui s'est adaptée à un mode **de transmission mécanique**.
- Certaines souches ont perdu leur **kinétoplaste**, indiquant une perte de fonction de la mitochondrie, avec une incapacité qui s'ensuit à prospérer chez un insecte hôte.

e) Trypanosoma equiperdum

- **Provoque: la dourine** (maladie infectieuse des équidés) chez les chevaux.
- **Hôtes:** les chevaux.
- **Formes:** le parasite peut apparaitre sous trois forme **trypomastigote et amastigote**.
- **Biologie:**
 - *T. equiperdum* peut se transmettre entre les chevaux lors des **saillies** ou par **insémination artificielle** avec du sperme infecté.
 - *T. equiperdum* **n'est pas transmissible à l'homme.**
 - Durée d'incubation de 2 à 12 semaines ou même plus

f) Trypanosoma cruzi

- **Provoque:** la maladie de Chagas ou trypanosomiase américaine (**une maladie potentiellement mortelle**).
- **Hôtes:** plus de 150 espèces de mammifères, y compris l'homme
- **Vecteurs:** principalement *Triatoma* (***Triatoma infestans***), mais aussi *Panstrongylus* et *Rhodnius* (insectes **hétéroptères** -punaise- suceurs de sang)
- **Sous-espèces:** Il existe une grande variété de souches de *T. cruzi* avec différentes variantes géographiques et propriétés biologiques (lignée *T. cruzi* I et lignée *T. cruzi* II).
- **Formes:** le parasite peut apparaitre sous trois forme **épimastigote (hôte intermédiaire), trypomastigote (hôte définitif + hôte intermédiaire) et amastigote (hôte définitif)**. les stades sanguins de parasite de 20 µm ont un flagelle long libre à leur extrémité, souvent en forme de C

- **Biologie:**

- Tous les **stades de développement de la punaise** sont sensibles et le parasite est transmis via leurs excréments.
- Les stades infectieux trypomastigotes provenant des excréments de punaises pénètrent dans l'hôte mammifère via **une blessure causée par la piqure de l'insecte**, facilitée par le **grattage de l'hôte**, ou à travers **une membrane muqueuse**
- Les aliments contaminés par des excréments d'insectes sont une voie d'infection possible.
- Tous les insectes **hétéroptères** ne sont pas des vecteurs compétents, car seules les espèces **qui défèquent en ingérant du sang** permettront aux stades infectieux de pénétrer dans la morsure (les formes épimastigotes sont excrétées par le vecteur via les fèces directement après un repas de sang)

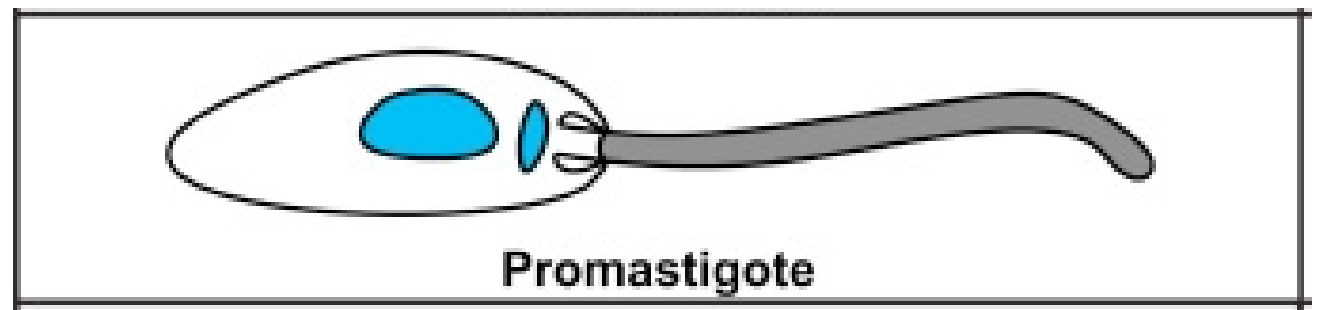
1.2. Les leishmanies :

Ces des protozoaires **flagellés** de très petite taille, responsables des **leishmanioses**. Ils ont besoin de deux hôtes, un hôte insecte (**Les phlébotomes**) et d'un hôte vertébré.

Les leishmanies sont souvent **zoonotiques**.

Dans **le Nouveau Monde**, les espèces du genre **Lutzomyia** sont responsables de la transmission des leishmanies

Les leishmanies présentent deux grands types morphologiques : **promastigote** (mesurent 15 à 25 μm de long et ont un long flagelle) **et amastigote** (sont ronds ou ovales et mesurent 2 à 4 μm de long et n'ont pas de flagelle externe).



a) Leishmania tropica

- **Provoque:** la leishmaniose cutanée chez l'homme
- **Hôtes:** homme principalement, chien chat, rats occasionnellement
- **Vecteurs:** *Phlebotomus sergenti*
- **Formes:** **promastigote** (chez le vecteur), **amastigote** (chez l'hôte définitif)
- **Biologie:**
 - **Les réservoir** du parasite peuvent êtres des chiens, des phlébotomes; des rats, des humains.
 - **La répartition géographique** de cette espèce de parasite s'étend de l'Inde à l'Asie centrale, au Moyen-Orient et au sud-est de l'Europe jusqu'en Afrique du Nord et équatoriale.

b) Leishmania donovani

- **Provoque:** la leishmaniose viscérale (Kala Azar) chez l'homme
- **Hôtes:** homme principalement, chien, rats occasionnellement
- **Vecteurs:** *Phlebotomus martini* en Afrique, *P. argentipes* en Asie.
- **Formes:** promastigote, amastigote
- **Biologie:**
 - Ce parasite préfère **les macrophages** dans les organes viscéraux, en particulier la rate, le foie et la moelle osseuse.
 - La plupart des infections humaines passent inaperçues et la maladie ne se manifeste réellement que chez une fraction des personnes infectées (<10%).
 - **La période d'incubation** du parasite dure 3 à 6 mois.

- **La répartition géographique** de cette espèce de parasite s'étend de l'Afrique de l'Est (Soudan, Sud-Ouest de l'Ethiopie, Nord du Kenya), au sous-continent indien (Nord-Est de l'Inde, Népal, Bangladesh).
- Le parasite cause une maladie **anthroponotique**

c) *Leishmania braziliensis*

- **Provoque:** la leishmaniose cutanée américaine chez l'homme
- **Hôtes:** homme
- **Vecteurs:** les espèces de *Lutzomyia*
- **Sous-espèces:** *Leishmania braziliensis guyanensis*, *L. b. panamensis*, *L. b. peruviana*
- **Formes:** **promastigote** (chez le vecteur), **amastigote** (chez l'hôte définitif)
- **Biologie:**
- **La répartition géographique:** Amérique centrale et de sud

- **Leishmanioses cutanées localisées**

- **Ancien Monde :**

- *L. major* : foyer I, Asie, Moyen Orient, Afrique

- *L. tropica* : foyer III, + bassin méditerranéen

- **Nouveau Monde** (Amérique Centrale et du Sud) : *L. amazonensis*, *L. guyanensis*, *L. mexicana*, *L. panamensis*...

- **Leishmanioses cutanées diffuses**

- Ancien Monde : *L. aethiopica*

- Nouveau Monde : *L. amazonensis*

- **Leishmanioses cutanéomuqueuses**

(extension aux organes du SRE : foie, rate, ganglions, moelle osseuse) : *L. braziliensis*

- **Leishmanioses viscérales**

L. infantum (pourtour méditerranéen, Amérique du Sud, Chine), *L. donovani*

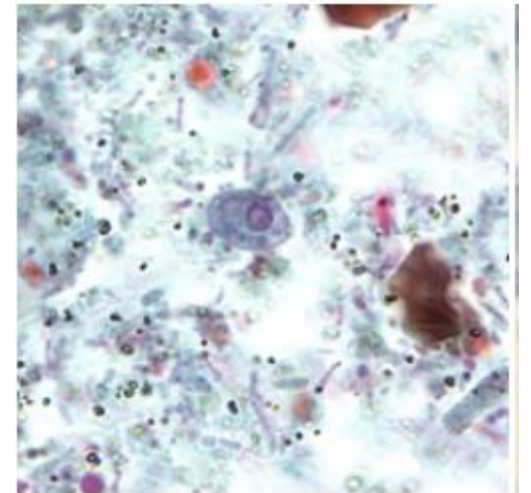
2. **Ordre Retortamonadida** (intestinaux)

2.1. *Chilomastix mesnili*

- C'est un flagellé **non pathogène, cosmopolite**, qui est souvent décrit comme un organisme commensal dans le **tractus gastro-intestinal humain**.
- Le stade **kyste** résiste aux pressions environnementales et est responsable de la transmission de *Chilomastix*.
- Les kystes et les trophozoïtes peuvent être trouvés dans le **diagnostique des fèces**.
- L'infection se produit par **l'ingestion de kystes** dans de l'eau ou des aliments contaminés ou par la voie fécale-orale.
- **Les trophozoïtes sont libérés** dans le gros intestin et peut-être dans l'intestin grêle.
- Il est considéré comme un agent commensal dont **la contribution à la pathogenèse est incertaine**.

2.1. *Retortamonas intestinalis*

- Parasite du **caecum** chez l'Homme
- C'est un parasite **cosmopolite** des Singes de l'Ancien Monde (dont le macaque rhésus) et des Grands Singes (dont le chimpanzé).
- Le kyste est **piriforme à ovoïde**, mesure 4-9 μm de longueur et présente un à **deux noyaux**. La coque est mince et peu réfringente.
- La distinction se fait sur la morphologie **des noyaux, leur nombre, et la taille du kyste**. Une coloration à **l'hématoxyline ferrique** peut être utile pour visualiser les détails cytoplasmiques.
- **Les trophozoïtes** peuvent évoluer par une coproculture.



3. Ordre Diplomonadida (intestinaux, deux noyaux)

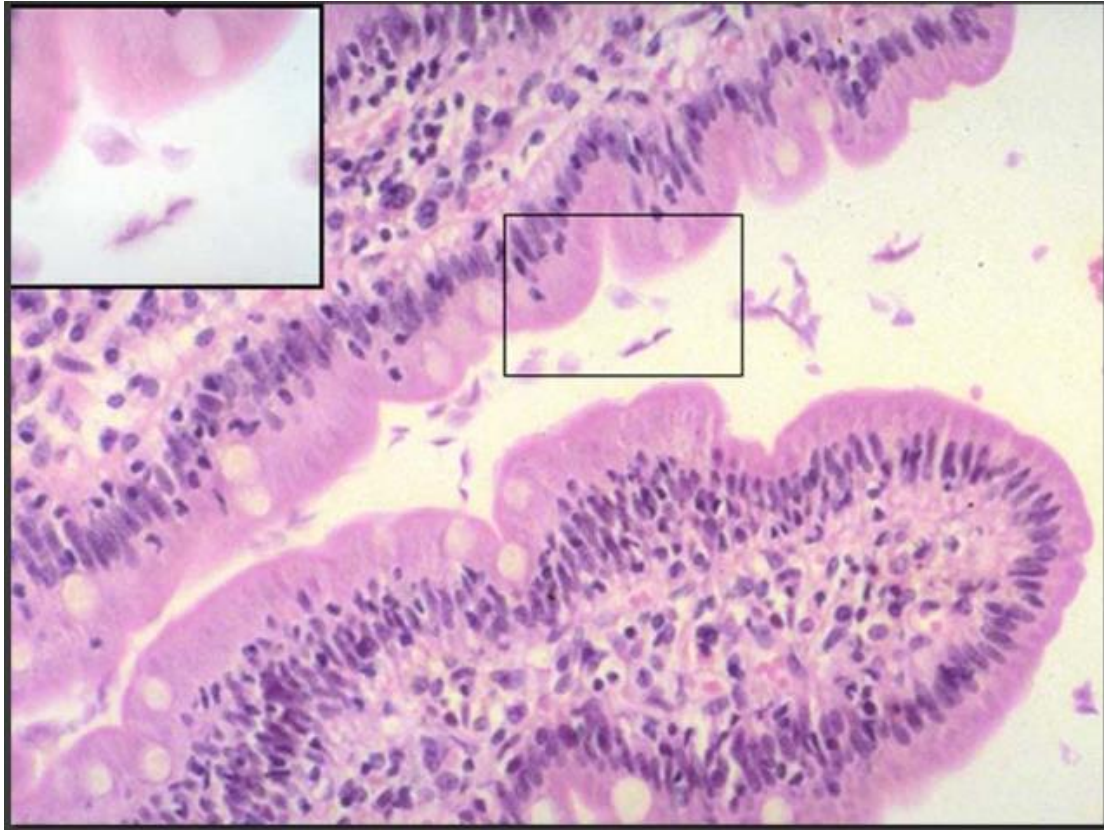
3.1. *Giardia*

- Ces des organismes parasites que l'on trouve fréquemment **chez les humains, le bétail et les animaux sauvages.**
- Il existe actuellement **six espèces confirmées** (*Giardia agilis*, *Giardia ardeae*, *Giardia psittaci*, *Giardiamicroti*, *Giardiamuris* et *Giardia lamblia*; synonyme de *Giardia intestinalis* et *Giardia duodenalis*), dont aucune ne semble être **hautement spécifique à l'hôte.**
- ***G. lamblia*** a une distribution mondiale et est la seule espèce responsable de maladies chez l'homme, mais peut également être trouvée chez d'autres mammifères.
- ***G. lamblia*** a été subdivisé **en huit assemblages** désignés A – H selon les polymorphismes de l'ADN. Protozoose intestinale responsable d'une grande morbidité.

- **La forme végétative** de *G. lamblia* possède:
 - 4 paires de flagelles Dirigés vers la partie postérieure (Mouvements en chute de feuilles)
 - 2 gros noyaux situés au niveau de la partie antérieure
 - 2-1 Corps parabasaux en position médiane, en forme de virgule Épais et courts
- La forme Kystes est abondante dans les selles,
Disparition de kyste pendant 7-10 jours, Taille de 10-14 µm



Giardia lamblia: kyste



Giardia lamblia: formes végétatives



Giardia lamblia: 3 formes végétatives. La forme végétative a 2 gros noyaux situés au niveau de la partie antérieure et un (à 2) corps parabasal en position médiane en forme de virgule, épais et réfringent

3.2. *Enteromonas hominis*

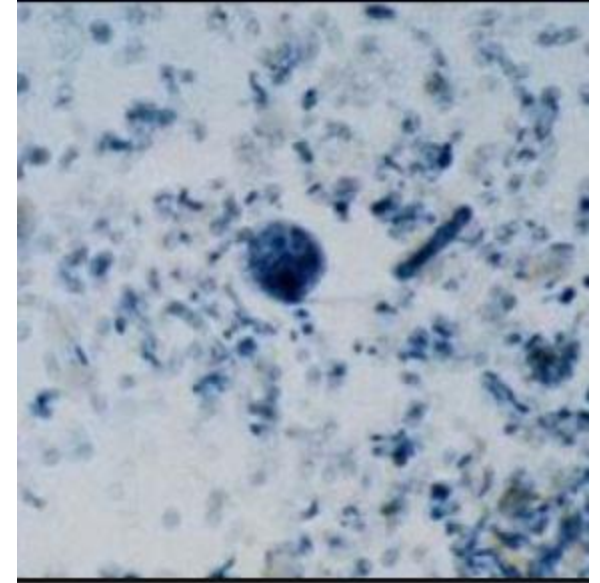
Flagellé cosmopolite.

FV:

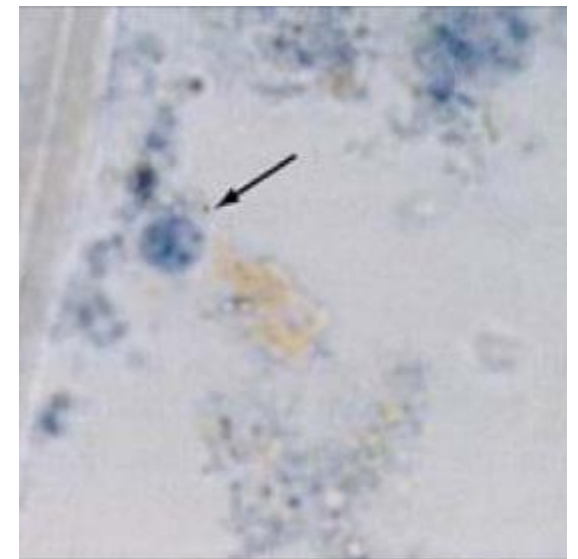
Taille de 3-6 μm , repérée grâce à sa mobilité; ovalaire ou arrondie, noyau petit et antérieur 3 flagelles antérieurs, ne sont presque jamais accompagnées de kystes

Kystes:

Taille: 6-8 μm , Très peu réfringents, difficiles à repérer dans les selles, Noyaux: 4 disposés 2/2, 1 kyste donne 4 FV au maximum



***Enteromonas hominis*:
forme végétative.**



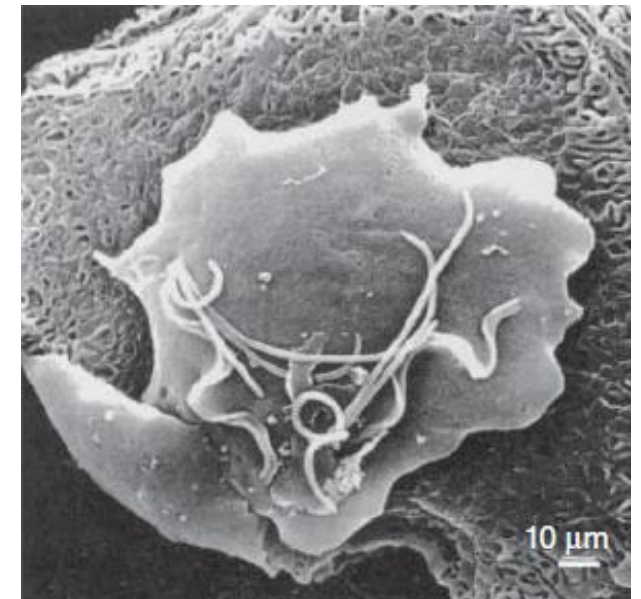
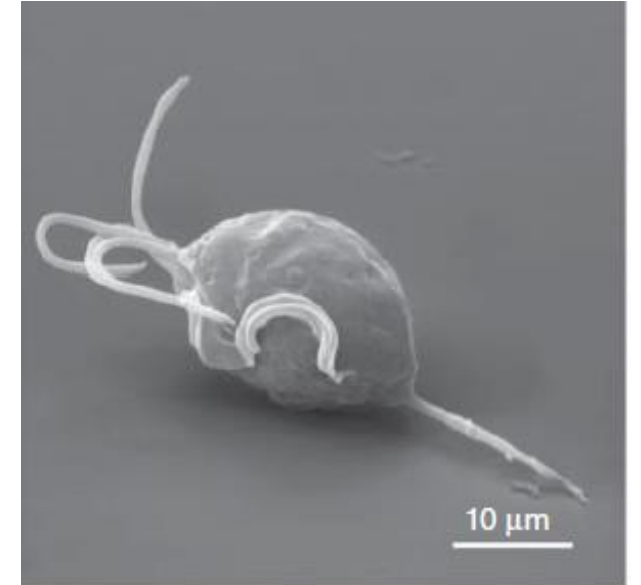
***Enteromonas hominis*: kyste**

- *Enteromonas hominis* est un parasite de l'homme très peu fréquent et **non pathogène**, mais qui doit être connu pour éviter des **erreurs de diagnostic**.
- Sa forme végétative porte en avant **3 flagelles** (un simple et un dédoublé) tandis qu'un flagelle récurrent côtoie le corps qu'il dépasse largement en arrière. Il n'y a pas de membrane ondulante.
- Elle vit dans **le gros intestin**, surtout au niveau du caecum, et se retrouve dans les selles où, **perdant vite sa vitalité**, elle s'arrondit et devient peu reconnaissable. La forme kystique est parfois confondue, malgré sa taille deux fois moindre, avec celle du *Giardia*.

3. Ordre Trichomonadida (intestinaux, membrane ondulante)

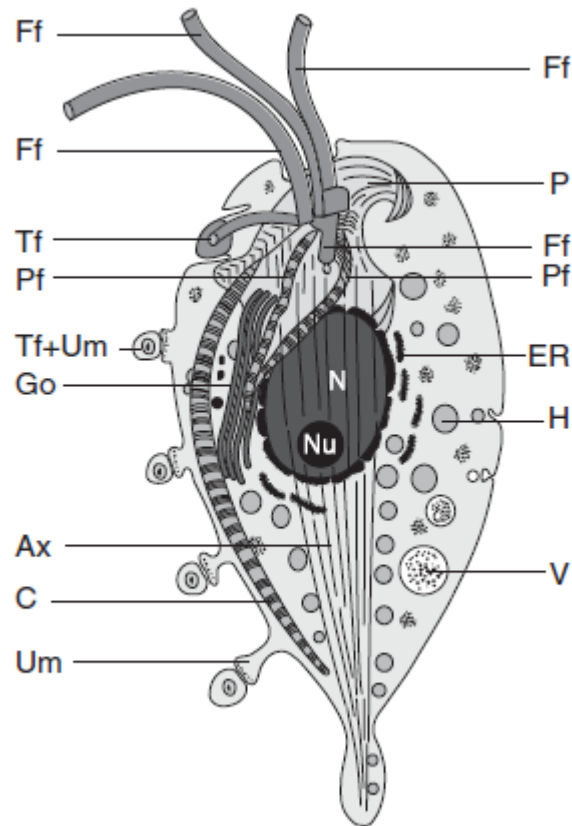
3.1. *Trichomonas vaginalis*

- *T. vaginalis*, est un parasite spécifique à l'homme, se trouve dans les organes génitaux de l'homme (vagin, urètre ou prostate),
- Elle **colonise la surface des muqueuses**.
- Lorsque ce parasite se déplacent dans un milieu **fluide**, les trophozoïtes flagellés sont en forme de poire
- Cependant, le parasite prend une forme amiboïde lorsqu'ils entrent en contact avec une **surface épithéliale**.



- L'infection se transmet par **contact direct**,
- La maladie causée c'est la trichomonose (également appelée trichomonase) une maladie sexuellement contagieuse.
- Il est très peu probable que les trichomonas se propagent via des serviettes ou des sièges de toilette.
- *T. vaginalis* se multiplie par **fission binaire**.
- Les trichomonas ne forment pas de kystes et sont donc sensibles à la dessiccation.
- *T. vaginalis* peut alterner entre des formes ovales et en poire, mesurant **10–25 × 8–15** μm .
- Les extensions de type **pseudopode** dans sa région postérieure ingèrent des bactéries, des cellules épithéliales et des globules rouges par phagocytose.

- Sur les **cinq flagelles** qui prennent naissance au pôle apical, quatre sont des flagelles principaux libres, tandis que le cinquième est un flagelle traînant qui longe la surface cellulaire et est attaché par une membrane ondulée.
- Une structure de support appelée **costa** passe sous la membrane ondulante.



Ultrastructure de *Trichomonas vaginalis*. Ax, axostyle ; C, costa ; ER, réticulum endoplasmique ; EF, flagelles libres ; Go, appareil de Golgi ; H, hydrogénosomes ; N, noyau ; Nu, nucléole ; P, pelta ; Pf, filament parabasal ; Tf, flagelle arrière ; UM, membrane ondulée ; V, vacuole.

3.2. *Tritrichomonas foetus*

- *T. fetus* provoque une **maladie chez les bovins**. Il a été trouvé dans de nombreux pays. Il présente de nombreuses similitudes avec d'autres trichomonas.
- Le parasite est en forme de **poire** ($14 \times 8 \mu\text{m}$) ont **trois flagelles libres** et **un flagelle traînant** qui est relié à la cellule via une membrane ondulée.
- Il vit comme parasite dans **le vagin, l'utérus et les trompes ovariennes** des vaches et sous **le prépuce et dans l'urètre des taureaux**.
- Alors que ce parasite est **hautement pathogènes chez les femelles**, les taureaux sont presque **asymptomatiques**.
- La maladie est désormais rare en Europe (**l'introduction de l'insémination artificielle**), alors que dans d'autres parties du monde, elle reste un problème majeur.

3.3. d'autres espèces *Trichomonas*

- *Trichomonas hominis* vit comme un agent commensal inoffensif dans le côlon des humains, mais est parfois associée à la diarrhée.
- *Trichomonas tenax* peut infecter la cavité buccale de l'homme, où il se nourrit de la flore bactérienne.
- *Trichomonas gallinae* est un agent pathogène des oiseaux responsable **du chancre du pigeon**. Des lésions membraneuses jaunes se forment entre l'œsophage et le jabot. Les agents pathogènes peuvent pénétrer dans les organes internes tels que le foie, auxquels ils causent des dommages importants. Les pigeons juvéniles sont infectés en étant nourris par des oiseaux plus âgés infectés de manière latente ou par des contenants de nourriture et d'eau contaminés.

Superclasse *Rhizopoda* (déplacement à l'aide de pseudopodes)

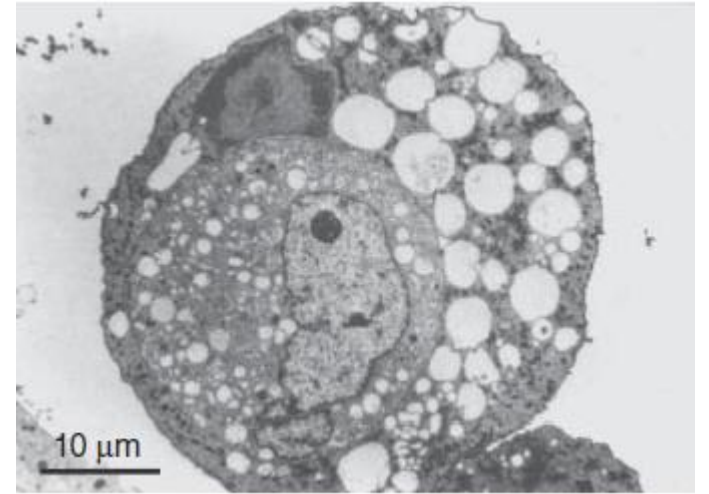
1. Ordre Amoebida

Famille Entamoebidae

a) *Entamoeba histolytica*

- *Entamoeba histolytica* est l'agent causal de, la dysenterie amibienne (amibiase) l'une des principales maladies tropicales, avec une mortalité annuelle comprise entre 50 000 et 100 000. Malgré cela,
- *E. histolytica* est généralement un agent commensal et dans une étude, seuls environ 10% de tous les individus dans les selles desquels des kystes d'*E. histolytica* ont été trouvés présentaient en fait des symptômes de la maladie.

- **Les humains** sont le seul hôte majeur, bien que les chats et les chiens puissent être infectés expérimentalement.
- *E. histolytica* est présent dans le monde entier
- Son espèce sœur, *Entamoeba dispar*, qui est beaucoup plus commune dans le monde, est **non pathogène**, mais morphologiquement identique.
- L'infection se produit par **des kystes** contenant quatre noyaux
- **Les amibes** à quatre noyaux éclosent des kystes et La division de chacun donne naissance à **huit petits trophozoïtes** (amibules).
- Les trophozoïtes ont un diamètre compris entre **20 et 60 µm**
- L'infection est **féco-orale** qui survient principalement dans les pays à **mauvaise hygiène**, où les kystes sont facilement transférés des matières fécales à la nourriture.



b) Autres espèces d'*Entamoeba*

- *E. dispar* vit comme **un agent commensal** chez l'homme et ne peut pas être distingué morphologiquement des trophozoïtes d' *E. histolytica*
- *E. coli* est une amibe **non pathogène** présente dans le monde entier. Ses trophozoïtes se distinguent de ceux d'E. histolytica et d'E. dispar, notamment par leurs **mouvements plus lents et leur plasma plus granulé**. Un kyste mature d'E. coli contient **huit noyaux**.
- *E. hartmanni* et *E. moshkovskii* sont des habitants relativement rares du côlon humain et sont légèrement plus petits que *E. histolytica*/E. *dispar*.
- Les kystes des *E. polecki* ont **un seul noyau**.
- *E. gingivalis* habite la **cavité buccale** chez l'homme, en particulier les espaces entre les dents et les poches parodontales. C'est une amibe très commune qui se développe avec **une mauvaise hygiène buccale et la carie dentaire**.

- *Endolimax nana* est une espèce d'amibe **non pathogène** assez petite qui se trouve dans l'intestin humain. Ses trophozoïtes ont un diamètre de 6 à 15 µm et se déplacent lentement. On les trouve dans 15 à 30 % de la population mondiale.
- *Iodamoeba bütschlii* est principalement présent chez les porcs, mais aussi dans l'intestin des singes et des humains. Les kystes ont généralement **un, mais parfois deux ou trois noyaux** et une vacuole de glycogène clairement définie. L'espèce est identifiée par **coloration à l'iode** pour révéler l'amidon ingéré.

2. Ordre Acanthopodida

Acanthamoeba spp

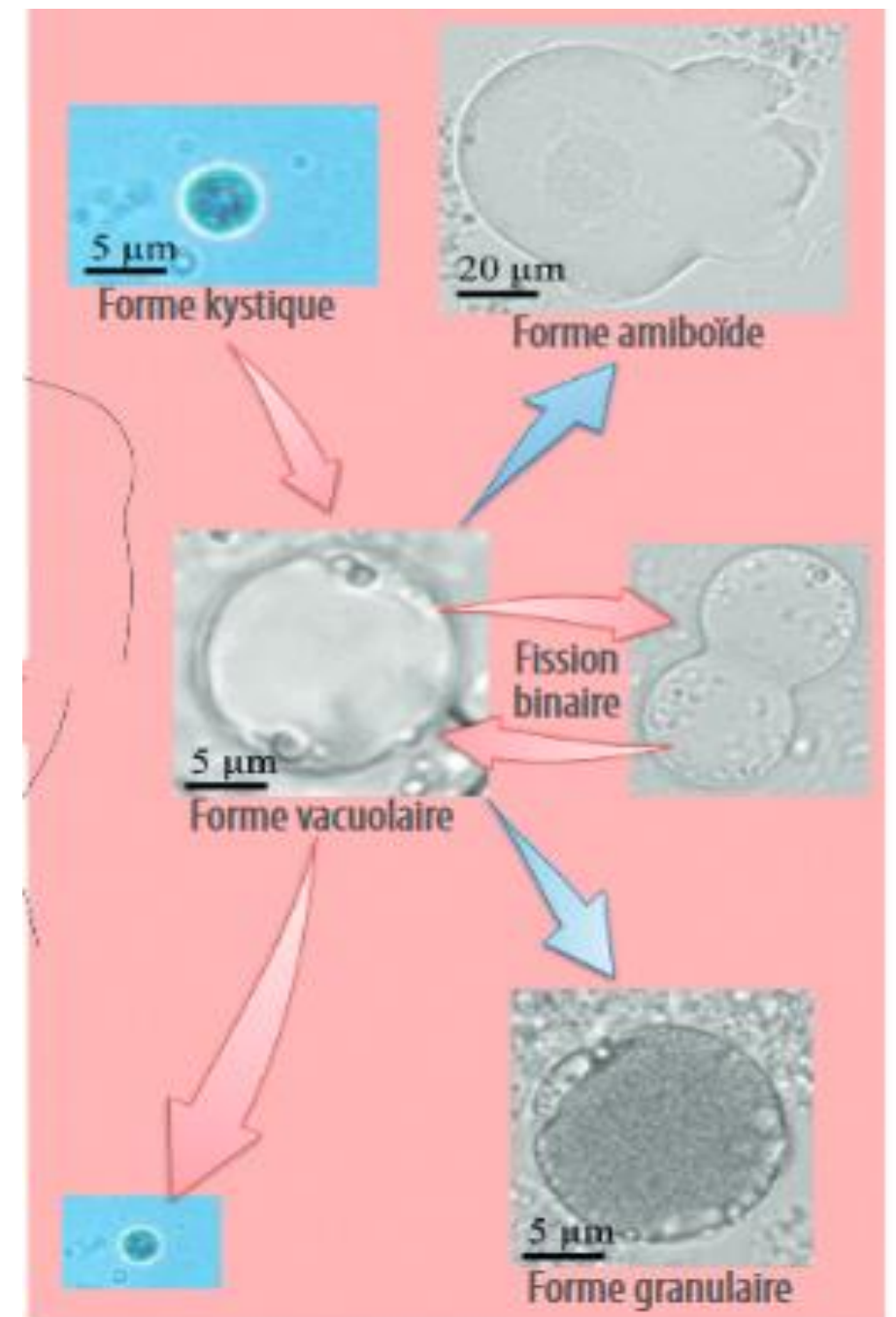
- Les *Acanthamoeba* vivent normalement en liberté, mais sont également des agents pathogènes facultatifs capables d'infecter les humains (inflammation de la cornée). Ils ont de nombreux pseudopodes en forme d'épine ou de fil (acanthopodes).
- **Leurs trophozoïtes** mesurent jusqu'à **25–40 µm** de long, tandis que **les kystes**, qui se forment dans des conditions défavorables ou en laboratoire par addition d'ions Mg^{2+} au milieu, sont approximativement **sphériques et mesurent 8–30 µm**
- *Acanthamoeba* peut également être un agent pathogène opportuniste, qui peut provoquer **une maladie cutanée ou une encéphalite amibienne granulomateuse (GAE)**.

Sous- Phylum *Blastocystina*

Blastocystis

- *Blastocystis* est un parasite eucaryote anaérobie du **tube digestif** de l'homme et de nombreux animaux
- Cette espèce a été considéré avant comme la forme kystique de *Trichomonas intestinalis*, mais elle a été ultérieurement séparé par la PCR.
- Les outils moléculaires ont permis de montrer **une grande diversité** génétique au sein même du genre *Blastocystis*, distinguant différentes espèces morphologiquement identiques. Cette classification d'espèce reposait sur l'hôte chez lequel étaient isolées les souches. Ainsi, *Blastocystis* isolé **chez l'homme était appelé *B. hominis***, chez le rat, *B. ratti*... Mais ces espèces ne sont pas inféodées à un seul hôte.

- Le cycle de vie de *Blastocystis* implique 4 formes morphologiques : kystique, vacuolaire, granulaire et amiboïde
- La forme **kystique** est le stade de transmission, capable de résister dans l'environnement pendant au **moins 1 mois**.



Phylum des Apicomplexa (sporozoaires)

Classe Sporozoea

Sous-classe Coccidia

Ordre Eucoccidiida

Famille Eimeriidae (coccidies intestinales ou tissulaires)

1. *Cryptosporidium parvum*

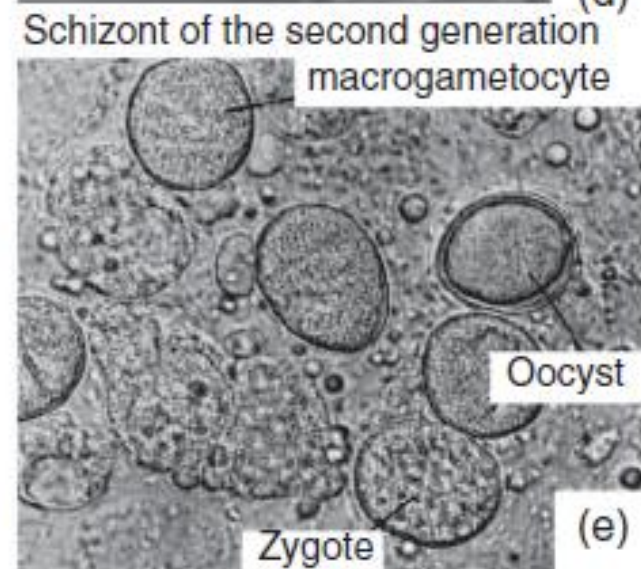
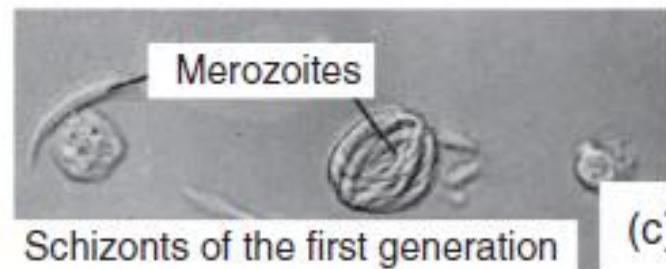
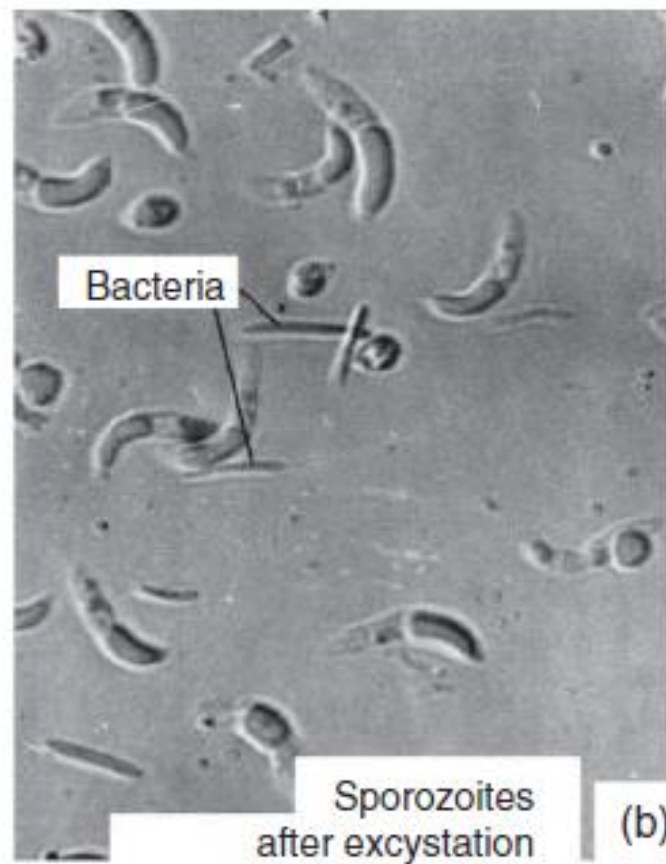
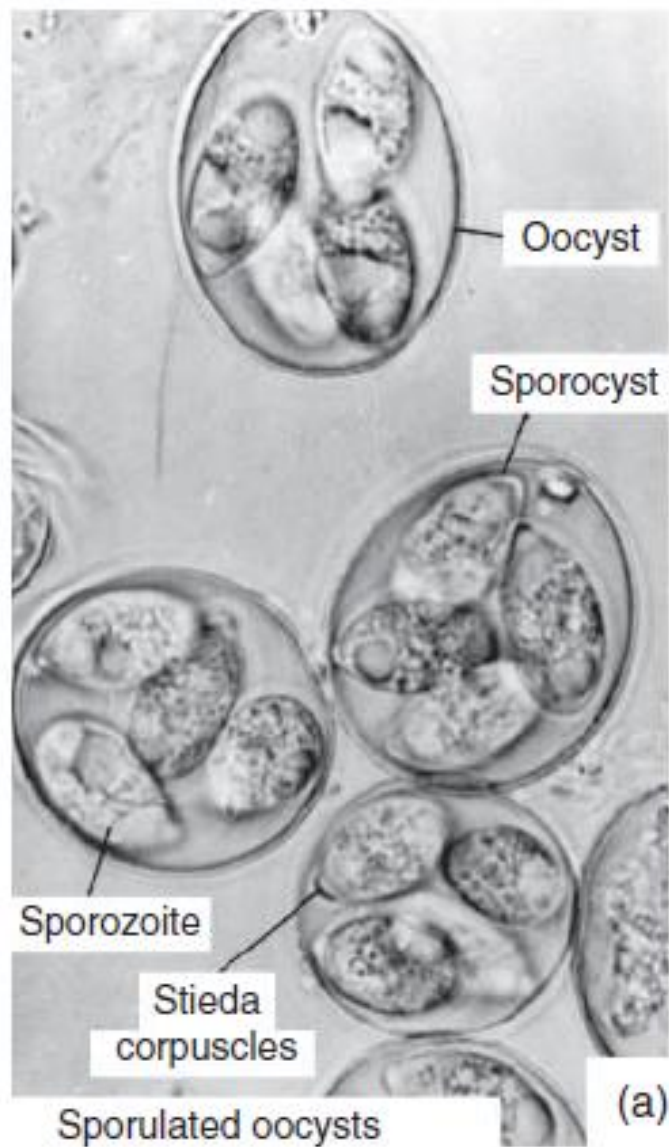
- *C. parvum* est distribué **cosmopolite** et est connu comme une cause majeure de **diarrhée sévère** chez les veaux, les enfants et les adultes immunodéprimés.
- **La spécificité de l'hôte est faible**, c'est pourquoi *C. parvum* se trouve dans plus de 40 espèces de vertébrés.

- Il **existe plusieurs génotypes** qui diffèrent en ce qui concerne les effets nocifs et la gamme d'hôtes.
- Les **oocystes sphériques** mesurent environ $5 \times 4,5 \mu\text{m}$, tandis que **les sporozoïtes** qui s'y trouvent sont très petits, ne mesurant qu'environ $5 \times 1 \mu\text{m}$.
- Dans le cas des oocystes à paroi épaisse, la paroi est constituée **de trois couches** de membrane et **de deux de chitine**. Ils ont une "couture", à travers laquelle les sporozoïtes sont libérés.
- Les oocystes à paroi mince ne sont entourés que d'une seule membrane.

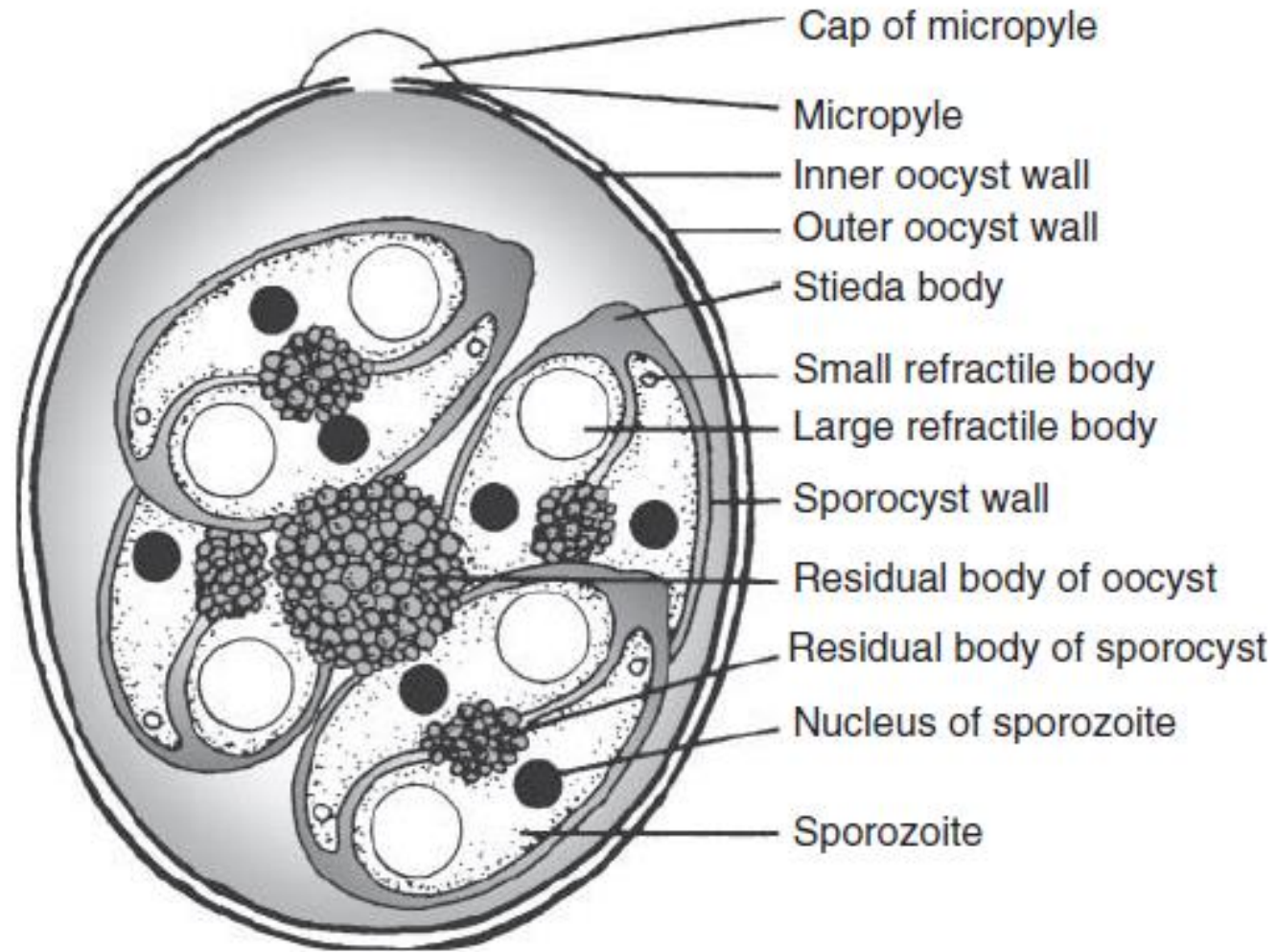
2. *Eimeria*

- Les parasites du genre *Eimeria* peut causé des maladies connus par les coccidioses.
- Ils ont des cycles de vie monoxènes passe exclusivement dans les cellules épithéliales du tractus intestinal **des vertébrés et de certains invertébrés**.
- Le genre contient plus de **1200 espèces**, y compris les parasites les plus importants de **la volaille** et d'autres **animaux de ferme**, mais **pas des humains**.
- Dans des conditions naturelles, les jeunes animaux ont tendance à être infectés par **un petit nombre d'oocystes** ou ils développent **une immunité** après une maladie auto-limitative.
- Cependant, les jeunes animaux élevés dans des fermes ou même des élevages industriels peuvent être infectés par **de fortes doses** d'oocystes avant de développer une immunité, ce qui peut provoquer **une diarrhée et des saignements graves**.

- Les parasites sont généralement strictement **spécifiques à l'hôte**, et beaucoup sont en outre **adaptés à un habitat très spécifique** au sein de leurs hôtes.
- **Les sporozoïtes** d'Eimeria sont **vermiformes** et mesurent environ 15 μm . La taille des **schizontes** varie chez la plupart des espèces entre 10 et 50 μm , mais elles peuvent aussi atteindre 240 μm . **Les mérozoïtes** ont la structure typique d'Apicomplexa. **Les oocystes** ont une paroi à deux couches.
- **Un oocyste** contient **quatre sporocystes**, et chaque **sporocyste** contient **deux sporozoïtes**
- **La sporulation** des oocystes se produit après la libération dans un environnement avec une température, une humidité et des niveaux d'oxygène appropriés. Les oocystes sporulés sont extrêmement résistants et peuvent survivre **plusieurs mois**.



Les différent stades d'Eimeria



Oocyste sporulé d'Eimeria

Espèce	Hôte	Organe cible	No. de génération de schizontes	Pathogénicité	La moyenne des oocystes en microns
<i>Eimeria bovis</i>	Bovins	Intestin postérieur, caecum Colon	2	++	23 × 20
<i>Eimeria zuernii</i>	Bovins	Intestin postérieur, caecum Colon	2	++	20 × 15
<i>Eimeria bakuensis</i>	Ovins	Intestin grêle	2	++	29 × 20
<i>Eimeria arloingi</i>	Caprins	Intestin grêle	2	+	29 × 21
<i>Eimeria debliciecki</i>	Porc	Intestin grêle	2	+	25 × 17
<i>Eimeria stiedai</i>	Lapins	Voies bilibires	6	+++	37 × 20
<i>Eimeria tenella</i>	Poulet	Caecum	3(2)	+++	25 × 19
<i>Eimeria necatrix</i>	Poulet	Intestin moyen	3(4)	+++	20 × 17
<i>Eimeria acervulina</i>	Poulet	Intestin moyen	4	++	17 × 14
<i>Eimeria mivati</i>	Poulet	Intestin grêle Le gros intestin	4	+	16 × 13
<i>Eimeria truncata</i>	Les oies	Les reins	?	+++	22 × 17
<i>Isospora suis</i>	Porc	Intestin grêle	3	+	21 × 19
<i>Isospora belli</i>	Humains	Intestin grêle	2	+	30 × 20

1. *Eimeria tenella*

- *E. tenella* est une espèce pathogène, qui affecte les poulets.
- La première et la deuxième génération de schizontes infectent les cellules épithéliales de la partie centrale du cæcum.
- Le niveau maximal d'excrétion d'oocystes est atteint environ 7 jours après l'infection. À des températures plus chaudes, les kystes excrétés sporulent en 2 jours. Dans des conditions expérimentales,

2. *Eimeria bovis*

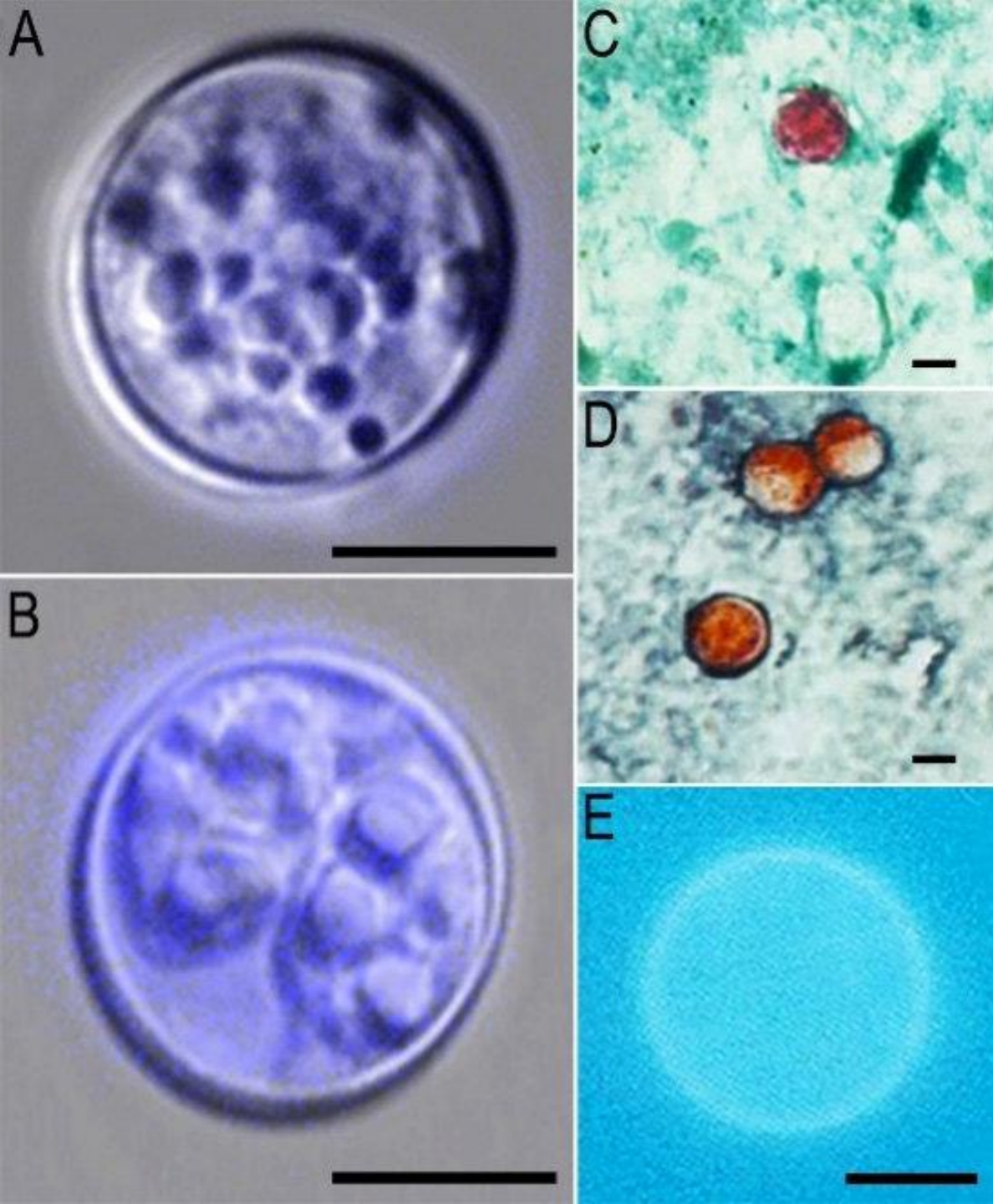
- *E. bovis* est une espèce cosmopolite qui infectent les bovins et qui provoque la "**Red Ruhr**" (diarrhée rouge), particulièrement chez **les veaux**.
- Les sporozoïtes pénètrent dans les cellules endothéliales lymphatiques de la section de **l'intestin postérieur**.

3. *Isospora*

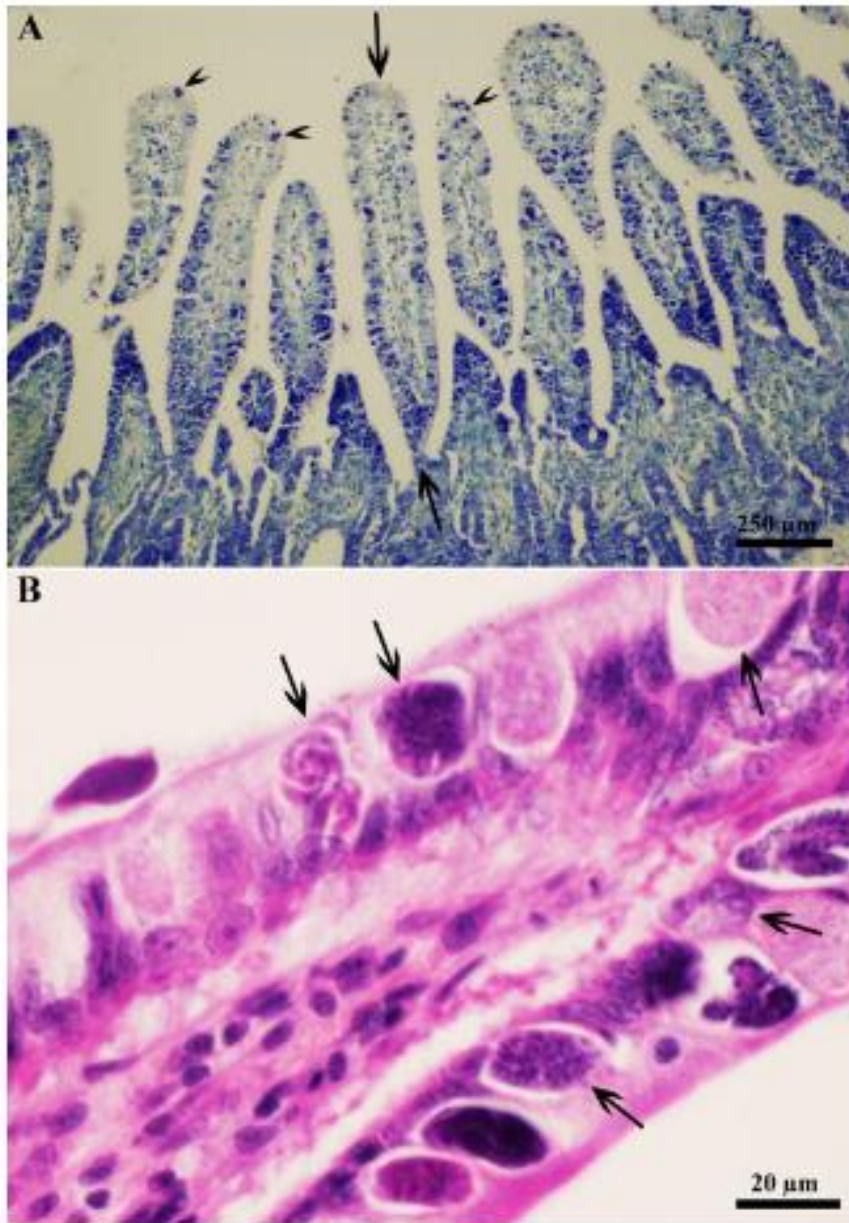
- La biologie du genre ***Isospora*** est globalement similaire à celle de l'*Eimeria*. Chaque oocyste de ce genre contient cependant deux sporocystes, dont chacun à son tour a quatre sporozoïtes.
- ***Isospora belli***, l'agent pathogène de **la coccidiose chez l'homme**, est particulièrement répandu dans **les régions chaudes** et peut provoquer des diarrhées. Une prévalence de 3 à 4 % a été observée dans les échantillons de selles.
- ***Isospora suis*** peut provoquer une diarrhée sévère chez les porcs .

4. *Cyclospora*

- *C. cayetanensis* est un parasite intracellulaire diarrhéique spécifique à l'homme, il est répandu dans les pays tropicaux et subtropicaux et particulièrement en Amérique du Sud.
- Le cycle de vie de *C. cayetanensis* est **monoxène**.
- Les produits agricoles contaminés par des oocystes peuvent provoquer des infections occasionnelles.
- Les oocystes renfermant chacun deux sporocystes contenant chacun deux sporozoïtes infectants.
- **Les oocystes** éliminé par un corps infecté sont immatures. La transmission directe d'une personne à une autre n'est **donc pas possible**.
- **Les nématodes libres** jouent le rôle de **vecteurs mécaniques** dans la **contamination des cultures alimentaires**.



Oocysts of *Cyclospora cayetanensis*.
Caption: *Cyclospora cayetanensis* oocysts. A, B, unstained, differential Interference contrast, C. acid-fast stain, D hot-safranin stain, E, ultraviolet fluorescence microscopy. Oocyst in B is sporulated. Bars in A-E = 5 μm. Images C, D and E were from public images from DPDx CDC.



Endogenous stages of *Cystoisospora felis* in the ileum of cats. (A) Severe parasitization of the villi (arrow), 120 hours after ingestion of tissue stages. Giemsa stain. The parasites are confined in surface epithelium (arrowheads). (From Dubey, 2014). (B) Asexual and sexual stages (arrow) of *C. felis*, 7 days after feeding oocysts. Hematoxylin and eosin stain. Slide courtesy of late Prof. H. L. Shah

Famille des Sarcocystidae

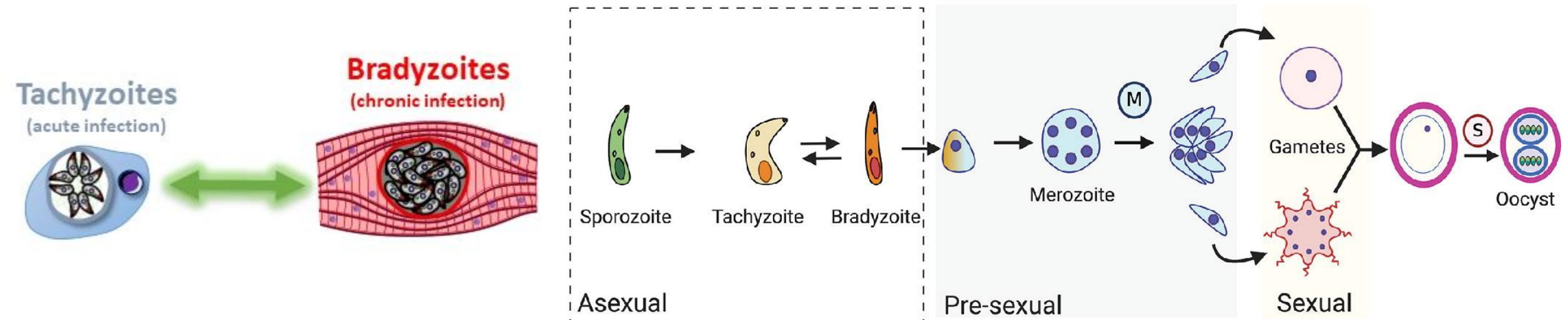
Toxoplasma gondii

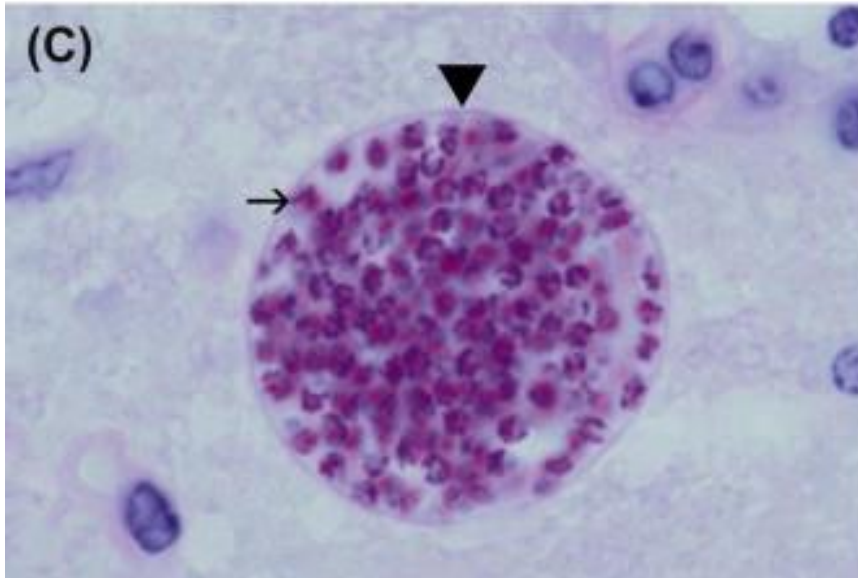
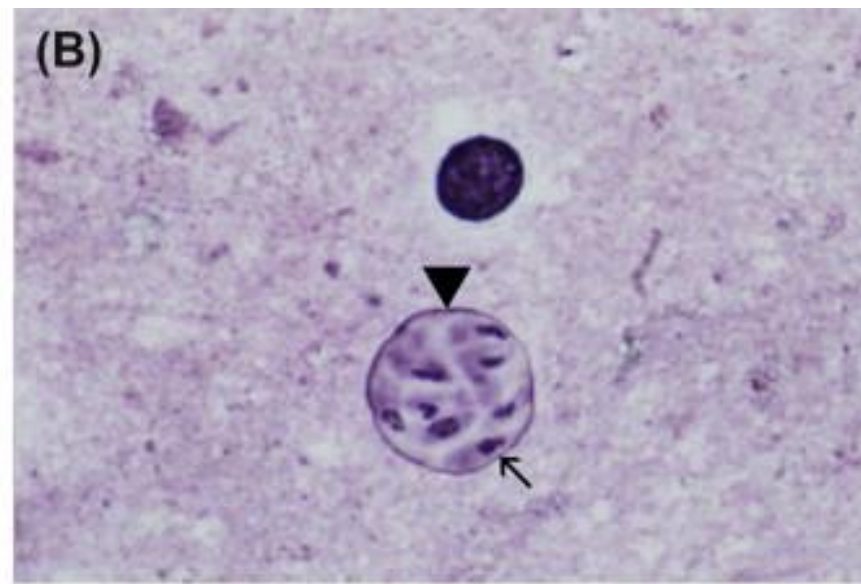
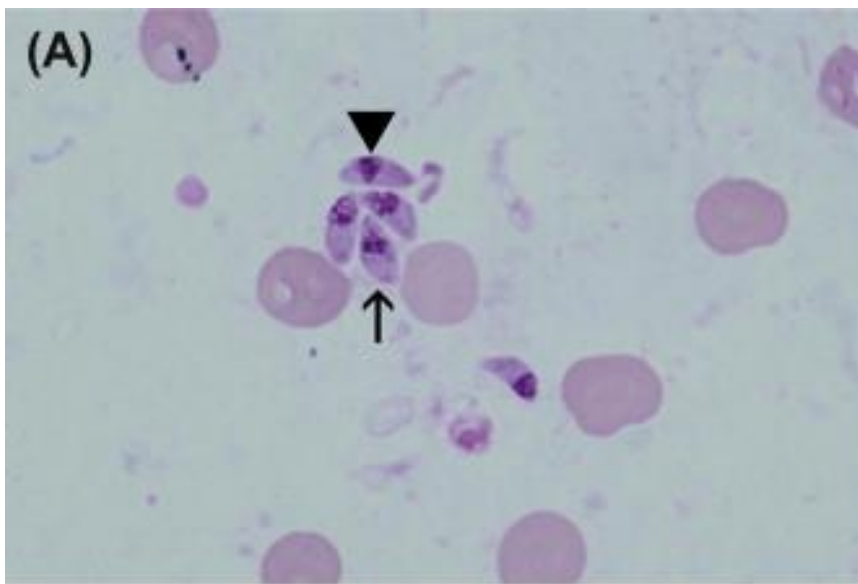
- *T. gondii* appartient aux « coccidies kystiques » de la famille des Sarcocystidae.
- Ce parasite a une importance médicale car la toxoplasmose de l'homme et des animaux domestiques (en particulier les ovins) est encore, contrairement à de nombreux autres parasites, prévalent dans les pays industrialisés.
- **L'hôtes définitif** sont les **félins**, comme le chat domestique et le chat sauvage.
- Presque tous **les mammifères** peuvent servir **d'hôtes intermédiaires**.
- **De nombreux oiseaux** peuvent être infectés, y compris les poulets.
- Le développement chez l'hôte définitif et intermédiaire a lieu après l'ingestion de sporozoïtes ou de bradyzoïtes provenant de tissus d'hôtes intermédiaires infectés.

- Les premiers oocystes non sporulés sont éliminés avec les matières fécales environ **3 à 9 jours** après l'infection.
- Le processus de **sporulation** nécessite un accès libre à l'oxygène et s'achève en **2 à 4 jours**.
- **Les oocystes sporulés** sont très résistants aux influences environnementales et autres, y compris l'eau de Javel, l'acide et le rayonnement ultraviolet.
- Dans des conditions appropriées, **ils peuvent rester infectieux jusqu'à 5 ans.**
- **Les oocystes** de *T. gondii* sont **incolores** et mesurent environ **12,5 × 11 µm**
- **Les oocystes** contiennent **deux sporocystes** avec **quatre sporozoïtes** chacun et un corps résiduel granulé.
- **Les tachyzoïtes** sont en forme de **croissant** et mesurent $\sim 6 \times 2 \text{ µm}$.

- **Les kystes tissulaires** sont ronds, jusqu'à 300 μm de diamètre et possèdent une paroi de 2 à 3 μm d'épaisseur constituée d'un matériau ressemblant à des fibrilles entourant un nombre variable de bradyzoïtes à l'intérieur.
- **Les bradyzoïtes** sont de taille similaire aux tachyzoïtes.

A - *Toxoplasma gondii*





A) Tachyzoites
B) A small tissue cyst

C) Tissue cyst bradyzoites
D) Unsporulated oocysts in cat faeces.

Ordre Haemosporida

Famille Haemosporidae

Plasmodium

- Le genre *Plasmodium* (grec : plasmatos, petite entité) est divisé en **quatre sous-genres** avec plus de 170 espèces.
- Il existe **cinq espèces** pathogènes humaines : *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium knowlesi* et *Plasmodium falciparum*.
- Ils partagent chacun un certain nombre de **caractéristiques communes**, mais ont également des traits distinctifs.
- *P. knowlesi* diffère des autres espèces car il s'agit d'un parasite **zoonotique**, présent chez les singes en Asie du Sud-Est.

- Les espèces de *Plasmodium* pathogènes pour l'homme ont une biologie très similaire, mais ils **causent différents types de paludisme**.

Species	Disease	Fever attacks – interval
<i>Plasmodium vivax</i>	Malaria tertiana	48 h, Synchronous
<i>Plasmodium ovale</i>	Malaria tertiana	48 h, Synchronous
<i>Plasmodium malariae</i>	Malaria quartana	72 h, Synchronous
<i>Plasmodium falciparum</i>	Malaria tropica	48 h, Non-synchronous
<i>Plasmodium knowlesi</i>	Zoonotic Malaria	fast replicating

- *Plasmodium* est transmis par les moustiques ***anophèles femelles***
- Environ **10 à 100 sporozoïtes** sont injectés dans l'hôte avec la salive de l'insecte pendant qu'il se nourrit.

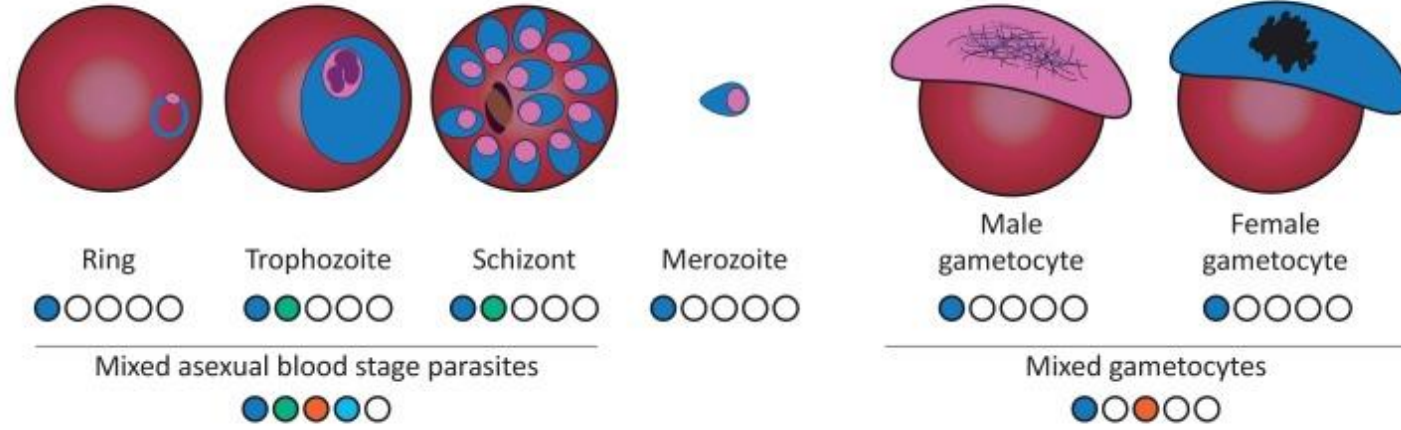
- **Les sporozoïtes** minces et allongés des parasites *Plasmodium* mesurent de 10 à 15 μm de long.
- Après invasion de la cellule hépatique, ils se développent en organismes d'une taille d'environ **3 μm** , se transformant ensuite en **schizontes** hépatiques mesurant 30 à 70 μm .
- **Les mérozoïtes** résultant des schizogonies du foie et du sang mesurent environ **1 μm** de long et sont **de forme ovale**.
- Après l'invasion des érythrocytes, le parasite consiste initialement en **une bulle de plasma** avec **une vacuole alimentaire centrale** et **un noyau marginal** facilement colorable.
- **Les stades sanguins** en développement ont **des caractéristiques spécifiques à l'espèce**, sur la base desquelles ils peuvent être différenciés par **des diagnostiqueurs expérimentés**

<i>P. vivax</i>								
<i>P. malariae</i>								
<i>P. falciparum</i>								
	Young ring stage	Elder ring stage	Trophozoites		Schizont	♀ Gametocyte	♂ Gametocyte	

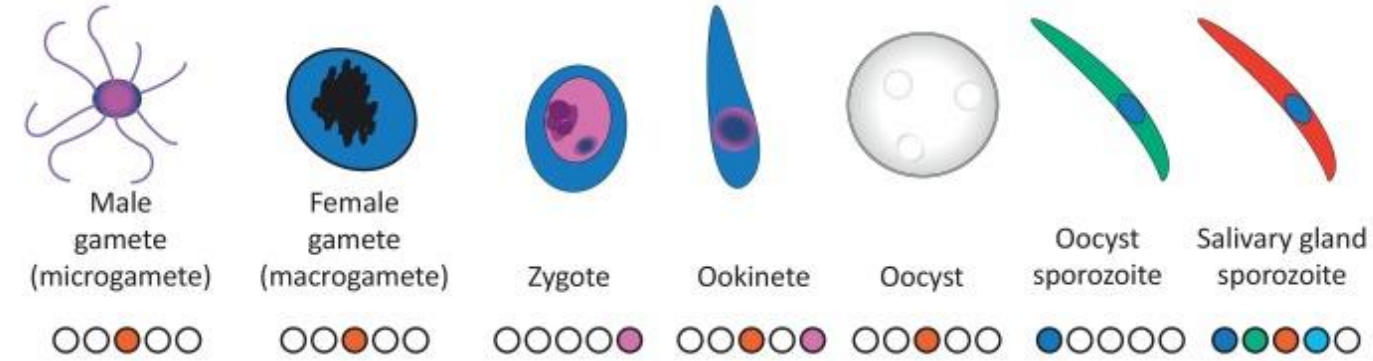
- L'image microscopique du **jeune stade érythrocytaire** a la forme d'une **bague** dans les préparations colorées au Giemsa et est donc appelée **stade anneau**.
- Au fur et à mesure que la quantité **de plasma augmente**, les stades anneaux deviennent **ronds ou en forme de ruban** et sont appelés **trophozoïtes**, à partir desquels se développent **le schizonte** puis **les mérozoïtes**.

- **L'hémozoïne pigmentaire du paludisme:** un produit de dégradation insoluble de l'hémoglobine, se trouve dans **la vacuole alimentaire du parasite**.
- **De petits points de pigment** sont également dispersés dans le cytoplasme des érythrocytes infectés.
- La plupart de **gamétocytes** des espèces ont une **forme ronde**, mais dans le cas de ***P. falciparum***, elles sont en forme **de croissant**.
- **Les ookinètes** atteignent une longueur comprise entre **18 et 24 µm**.
- Les oocystes atteignent une taille de **80 µm** et sont entourés d'une **fine couche** de matériau fibrillaire.

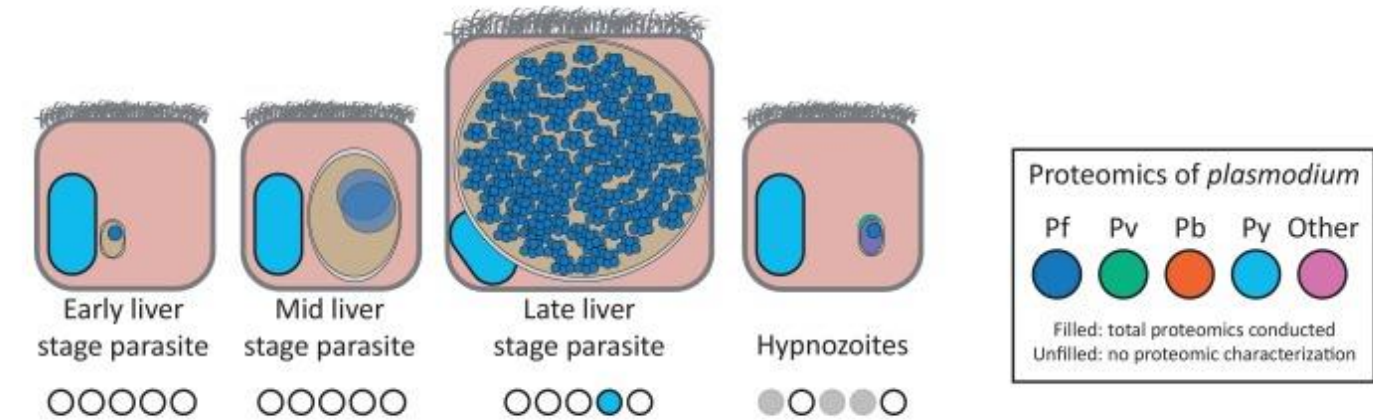
Blood stage



Mosquito stage



Liver stage



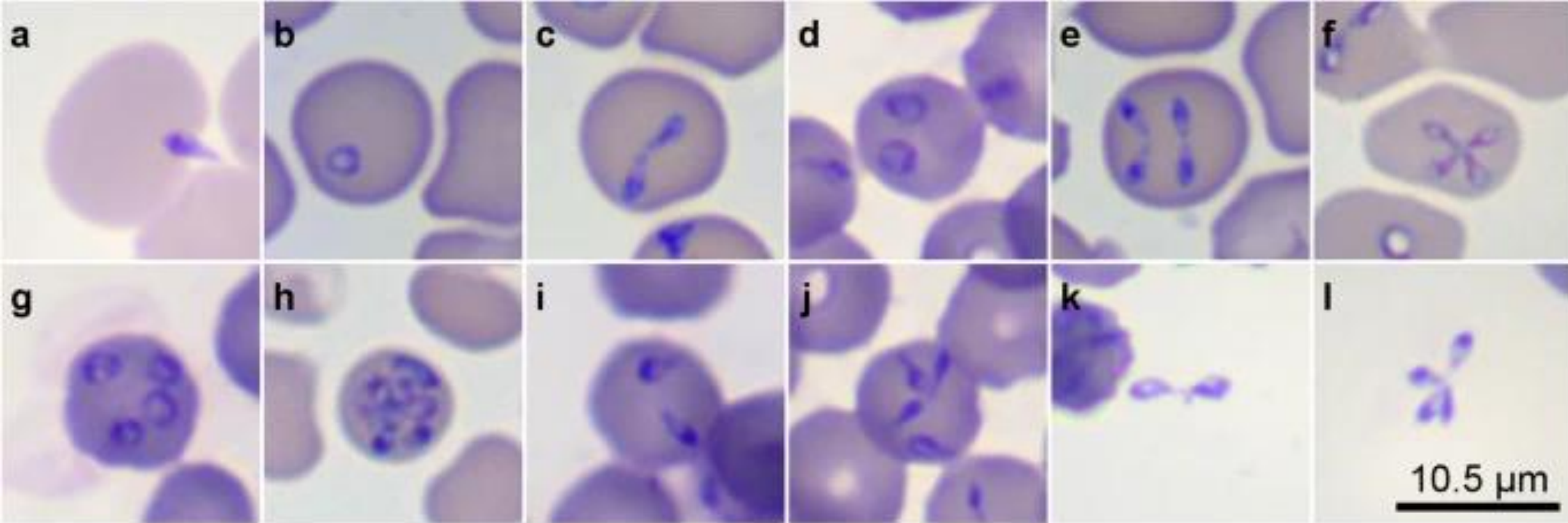
Famille Piroplasmidae

Babesia

- Les parasites *Babesia* sont un groupe hétérogène de piroplasmes dont le cycle de vie alterne entre **les tiques ixodides** et les **vertébrés**
- Le processus de **schizogonie et de gamogonie** se produit exclusivement dans les **érythrocytes** de l'hôte vertébré.
- **Chez la tique**, certaines espèces peuvent être transmises par voie **transovarienne** aux générations suivantes.
- Les infections à *Babesia* sont d'une grande **importance économique** pour l'élevage dans les régions tropicales et subtropicales, mais aussi dans certaines régions à climat tempéré.

- Les parasites *Babesia* provoquent une maladie, **la babésiose ou piroplasmose**, qui affecte les mammifères, plus rarement l'humain.
- *Babesia divergens* cause une infection courante chez les bovins européens, où elle provoque une **hémoglobinurie** également connue sous le nom de «**fièvre de l'eau rouge**». L'agent pathogène est transmis par la tique du ricin *Ixodida ricinus*.
- *B. divergens* provoque également une babésiose sévère chez **l'homme**, se présentant sous la forme d'une infection fulminante.
- *Babesia bovis* est un agent pathogène cosmopolite important qui cause **l'anémie hémolytique chez les bovins**.
- Il est présent dans le sud de **l'Europe, en Asie, en Afrique, en Australie et en Amérique centrale et du Sud**.
- Les principales tiques vectrices sont des espèces du genre *Boophilus*.

- La transmission **transovarienne** est particulièrement importante pour ces tiques à hôte unique (les larves, les nymphes et les stades adultes vivent sur un seul hôte).
- Les **sporozoïtes** de *Babesia* n'infectent que les **érythrocytes**
- **Mérozoïtes** en forme **de poire** d'environ **1 × 2 μm**
- Si du sang infecté est ingéré par une tique, les **gamétocytes** se différencient en gamètes appelés « **corps rayonnés** ».
- **Les corps rayonnés** ont plusieurs appendices courts en forme d'épines. Chaque deux corps vont fusionner pour former **le zygote**
- Un **seul kinète** en forme de **ver** se développe dans le zygote. Ce **kinète** accède à l'hémocèle, où il peut **envahir** les cellules de divers organes, y compris les ovaires.
- Lorsqu'une tique commence son **repas de sang**, les kinètes envahissent les cellules des **glandes salivaires** et plusieurs milliers de **sporozoïtes** se forment.



B. divergens forms inside and outside erythrocytes were identified in *in vitro* cultures by Giemsa staining. **(a)** A free merozoite invading a human erythrocyte. Panels b–j show different stages within the human erythrocyte. **(b)** Single round trophozoite. **(c)** Paired pyriforms, a stage formed by two attached pear-shaped sister cells. **(d)** Double round trophozoites, **(e)** Double paired pyriforms. **(f)** Tetrad **(g)**. Quadruple round trophozoites. **(h)** Multiple parasites. **(i)** Double unattached pyriforms. **(j)** Quadruple unattached pyriforms. **(k)** Intact paired pyriform outside the erythrocyte. **(l)** Intact tetrad outside the erythrocyte. Slides were examined with a Primo Star microscope (Zeiss, Germany) at 100X magnification.

Phylum Ciliophora (ciliés)

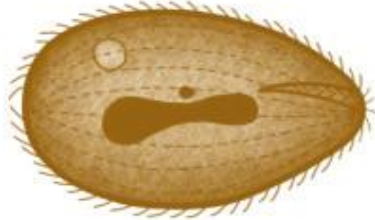
Ordre Trichostomatida

Balantidium coli

- *Balantidium coli* (grec : balantídion = petite bourse, en raison de sa forme) vit généralement comme **un agent commensal** dans le caecum et le côlon des porcs et d'autres animaux (y compris les humains),
- La transmission se fait via des **kystes ronds**, qui ont un diamètre de **40 à 60 µm**.
- Les kystes sont excrétés dans les **matières fécales** et leur **paroi solide** les aide à survivre pendant plusieurs semaines dans des conditions favorables du milieu extérieur.
- Les trophozoïtes qui émergent ont une longueur de **50 à 200 µm** et sont **irrégulièrement ovales**.

- La surface est recouverte de **rangées de cils** qui battent de manière synchrone, permettant des mouvements ciblés.
- **Les cils** sont **plus épais** près de la bouche de la cellule, qui se trouve au fond d'un **péristome** en forme de fente, où ils jouent un rôle dans **l'ingestion de nourriture**.
- **Le macronoyau** est allongé, mais le **micronoyau** de très petite taille.
- **Les trophozoïtes** se nourrissent de bactéries et de détritux.
- Les humains en contact **fréquent** avec des porcs, tels que les bouchers et les agriculteurs, sont sous un **risque plus élevé d'infection**.

trophozoite



cyst



Balantidium coli



- *Ichthyophthirius multifiliis* est un parasite des poissons d'élevage et d'ornement distribué dans le monde entier.
- Les parasites se développent en trophontes ovales avec un macronoyau en **forme de fer à cheval** et un micronoyau rond en 2 à 20 jours



Ichthyophthirius multifiliis

- Quelques Ciliophora du genre *Trichodina* se trouvent sur les branchies et la surface du corps de presque tous les poissons d'eau douce et d'eau salée. Ce genre englobe de nombreuses espèces. Les parasites sont en forme **de chapeau**



Trichodina