



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 –mode de vie-

Les métazoaires –mode de vie-

Chapitre 3:

Biologie des parasites et parasitisme

Biologie des parasites et parasitisme

Types de parasitisme

Les types de parasites

La reproduction chez les parasites

La nutrition chez les parasites

Le rôle du parasitisme dans le fonctionnement des écosystèmes

Modes de parasitisme

On générale le parasitisme est une interaction interspécifique, qui se manifeste entre deux organismes d'espèces différentes. Néanmoins, dans certains cas, on entend parler d'autres type de parasitisme:

1. Le parasitisme intraspécifique
2. Le cléptoparasitisme ou parasitisme de couvé

1. Le parasitisme intraspécifique

- Il s'observe lorsqu'un individu d'une espèce est fixée sur un autre individu de la même espèce
- Exemple:

Chez les poissons de grand fond comme *haplophryne mollis*: un ou plusieurs males de très petite taille, vivent fixés sur les femelles et se nourrit par l'intermédiaire de l'appareil circulatoire de la femelle.



haplophryne mollis

2. Le cléptoparasitisme ou parasitisme de couvé

- Le **parasitisme de couvée**, ou le **parasitisme de ponte**, est le comportement de certains animaux à ne pas élever leurs oeufs eux-mêmes, mais à s'éclipser de leurs parents de remplacement (hôtes), qui prennent également en charge l'alimentation et l'éducation ultérieures d'un juvénile essentiellement étranger.
- Le parasitisme de couvée consiste en un type de kleptoparasitisme trouvé chez les oiseaux, les poissons ou les insectes et les tortues d'eau douce



Cuculus canorus

La plupart des parasites de nidification parmi les oiseaux se trouvent en **Afrique** : il y a **50 espèces** qui ne se nourrissent pas de couvain, en **Asie** du sud-est, cela concerne **34 espèces** d'oiseaux.

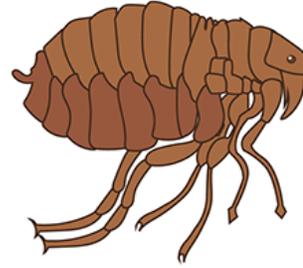
Les types de parasites

Selon leur localisation par rapport à l'hôte, il existe trois types de parasite

1. Les ectoparasites
2. Les endoparasites
3. Les mésoparasites

1. Les ectoparasites

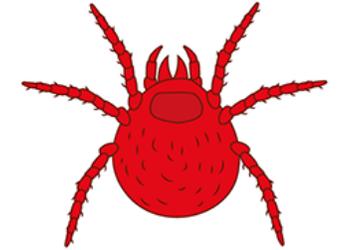
- Parasites localisés sur les parties externes de l'hôte ou bien dans des cavités débouchant sur l'extérieur, comme la cavité buccale ou les cavités branchiales.



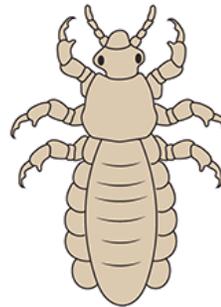
puce



tique



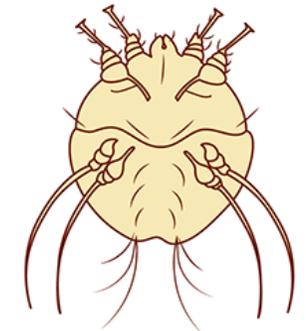
aoûtat



poux



moustiques



gale

2. Les endoparasites

- Ou Euparasites (Eu = vrai): parasites **qui entrent et sortent de l'hôte par effraction.** Ils peuvent ainsi atteindre des organes comme le cerveau, le cœur ou plus généralement, l'appareil circulatoire.



3. Les mésoparasites

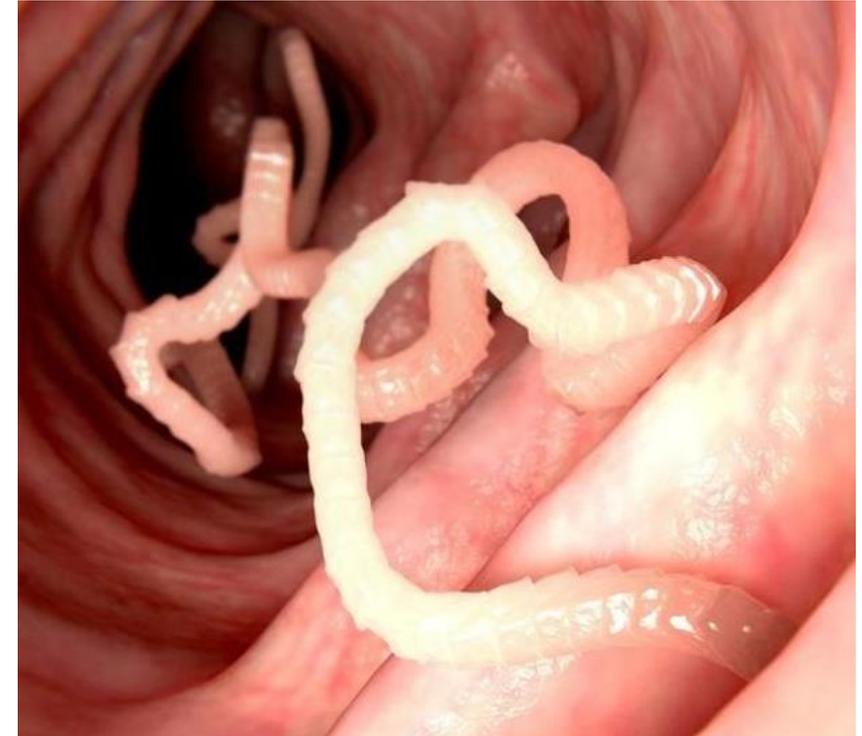
- Un **mésoparasite** est un parasite qui vit **en partie, mais pas complètement** à l'intérieur du corps de l'hôte. Il entre dans le corps par une ouverture extérieure, comme l'oreille. Le mésoparasite vit partiellement enchâssé dans son hôte



La lernéose des poissons



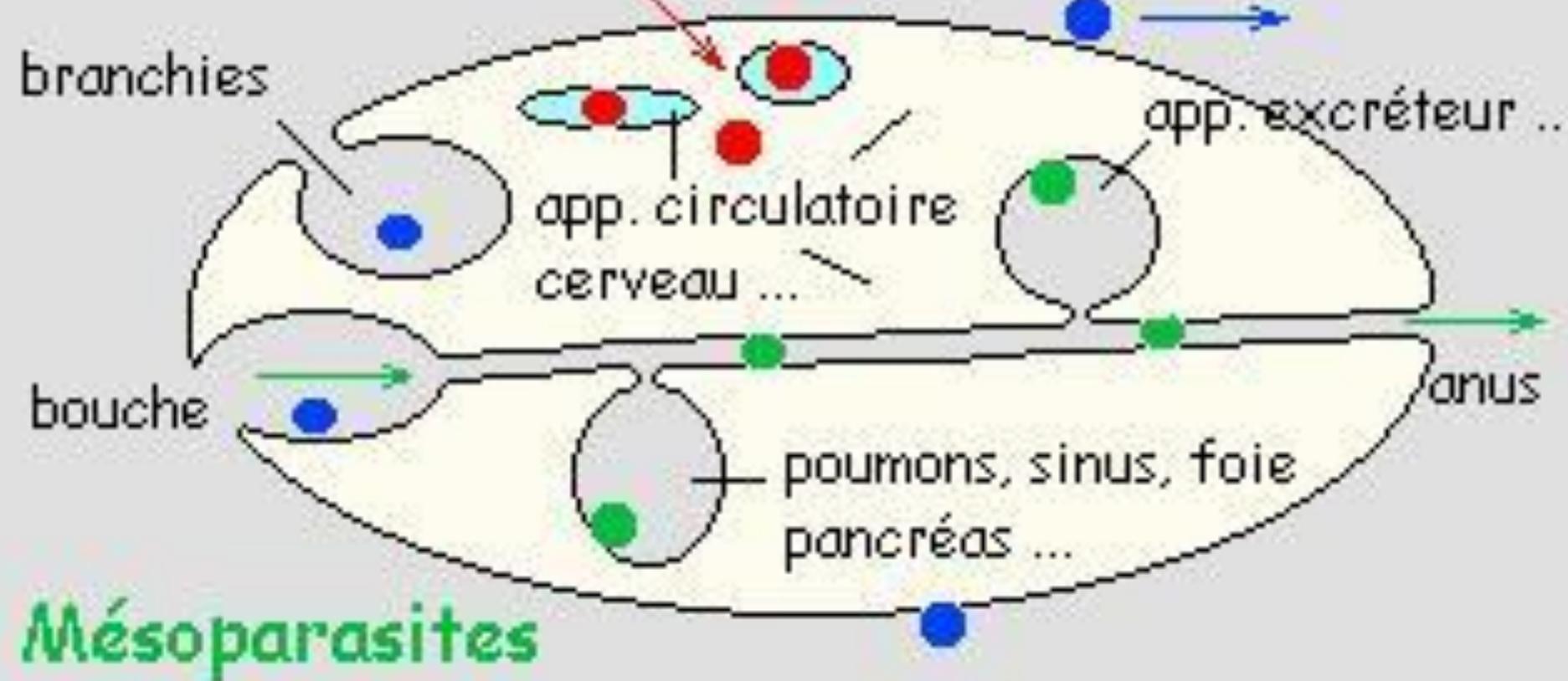
- Les mésoparasites sont aussi ceux qui occupent les cavités naturelles **reliées au milieu extérieur** de leur hôte comme le poumons, le tube digestif, la vessie...ect.



Le ténia

Ectoparasites

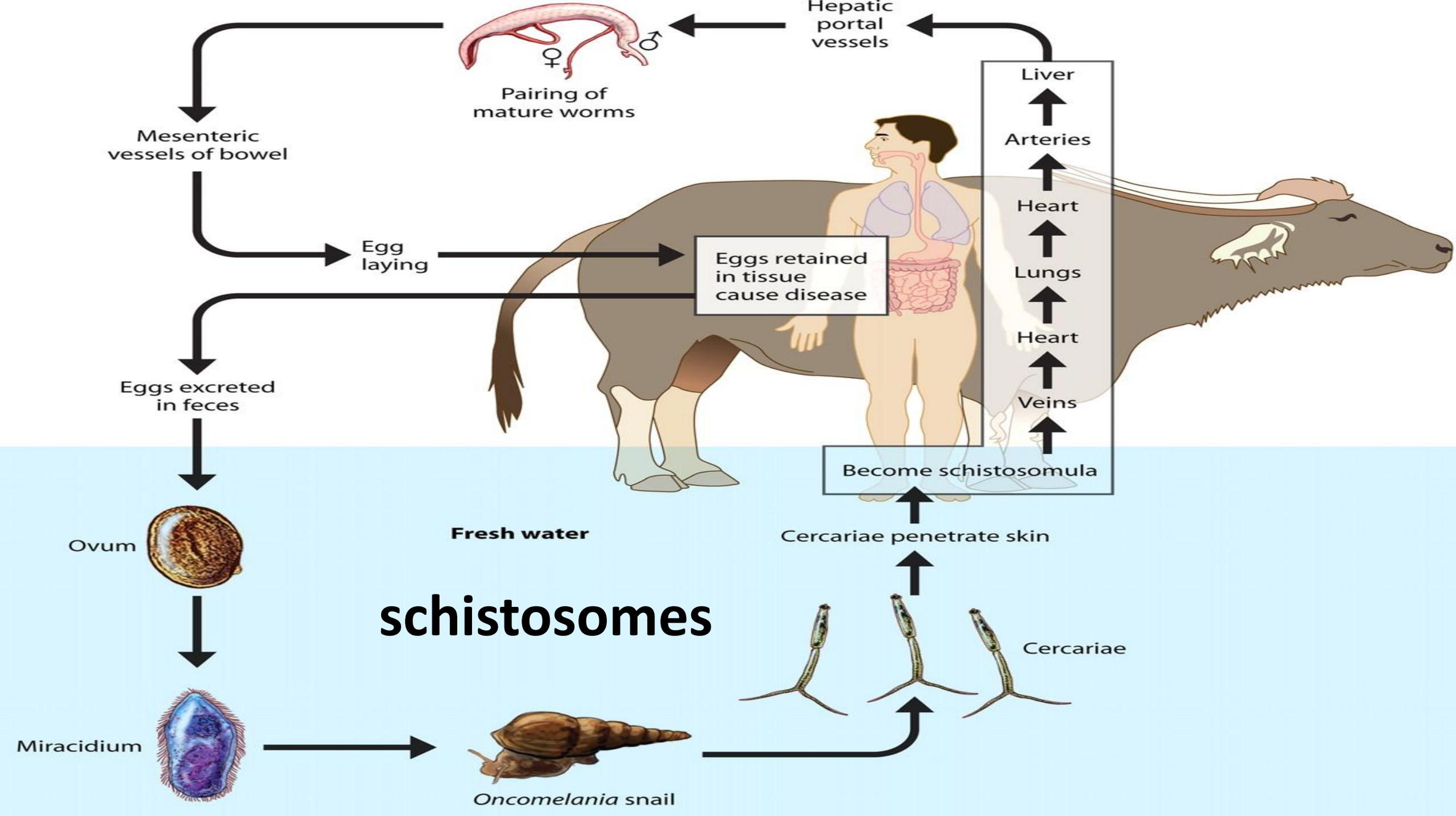
endoparasites



Mésoparasites

La reproduction chez les parasites

- La plupart des parasites se reproduisent **de manière asexuée**, mais ils peuvent passer à la reproduction sexuée pour **encourager la diversité et rester infectieux**. Certaines espèces de parasites peuvent même se reproduire **sexuellement avec d'autres espèces**, via un processus appelé **hybridation**. Par exemple, certains vers plats schistosomes peuvent infecter un plus large éventail d'hôtes, à la suite de l'accouplement d'une espèce infectant les bovins avec une espèce infectant les humains (Huyse et al., 2009). Cela démontre comment la variation causée par l'hybridation peut augmenter la propagation d'une maladie.



Human, Sanitation, Chemotherapy

Bovine Chemotherapy, Anti-fecundity vaccine

$$t_{MS1} = \frac{b_1 \Phi_1}{\mu \Delta}$$

$$t_{MS2} = \frac{B_2 \Phi_2}{\mu \Delta}$$

Human +
Human -

Snail host

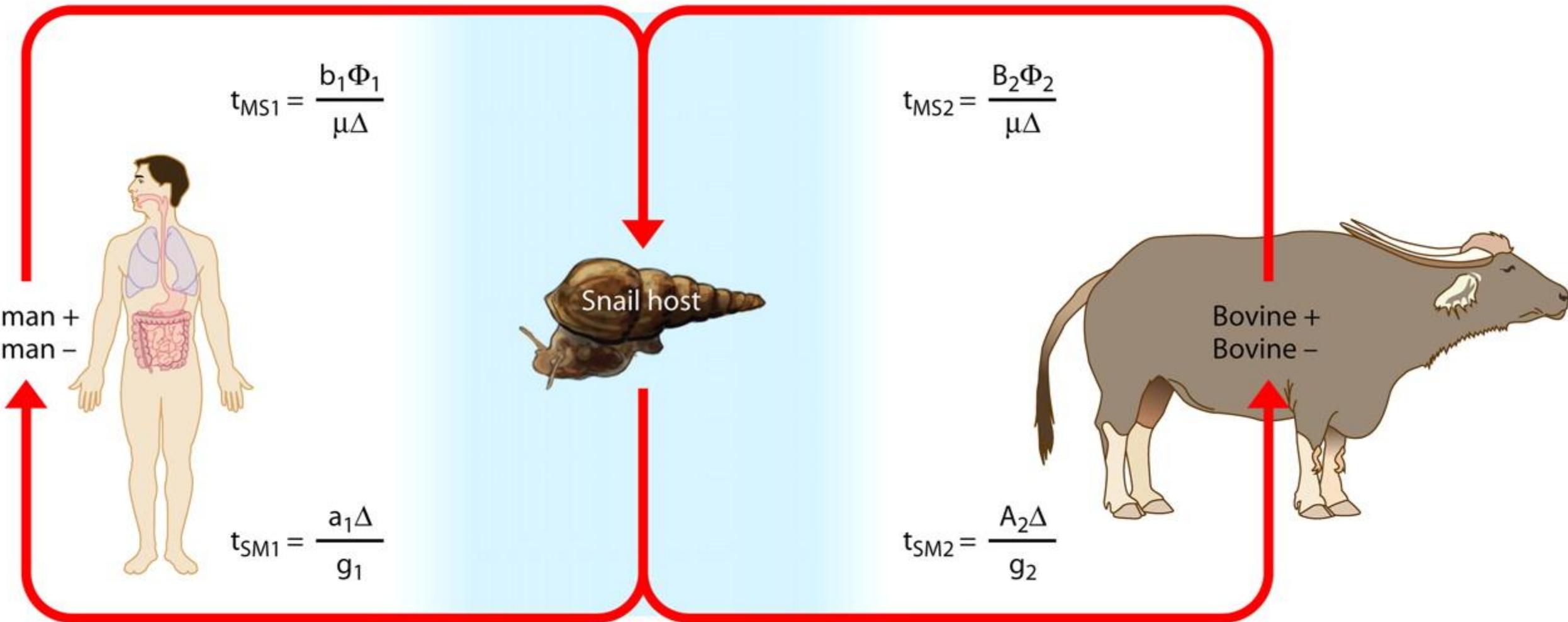
Bovine +
Bovine -

$$t_{SM1} = \frac{a_1 \Delta}{g_1}$$

$$t_{SM2} = \frac{A_2 \Delta}{g_2}$$

Human Water Contact, Molluscicides

**Anti-infection Bovine Vaccine, Bovine
Water Contact, Molluscicides, Chemotherapy**



- La reproduction chez les protistes et les métazoaires:

- 1. La reproduction chez les protozoaires**

- 2. La reproduction chez les métazoaires**

1. La reproduction chez les protozoaires

- Chez les protozoaires parasites la reproduction peut être uniquement asexuée ou une succession de reproduction sexués et asexués:

a) La reproduction asexuée:

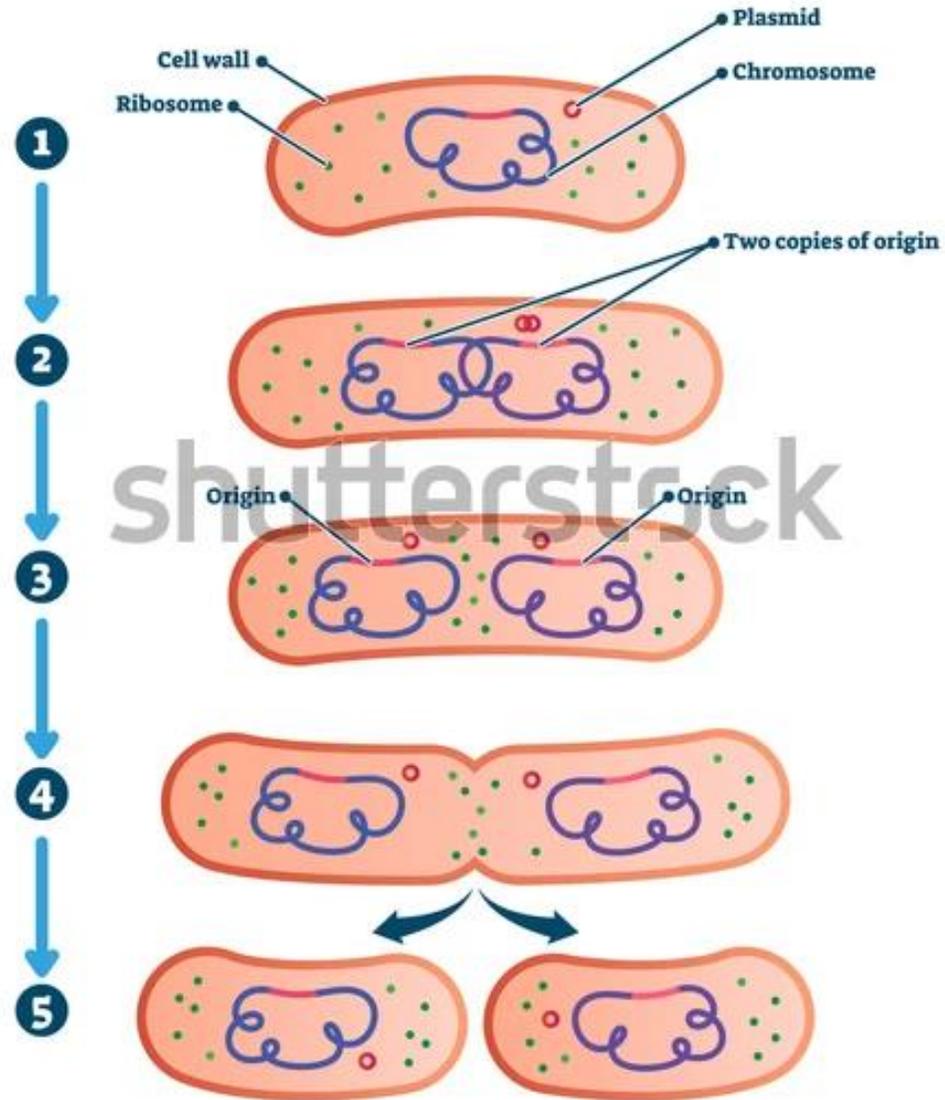
C'est le mode de reproduction dans lequel **il n'y a pas d'union de gamètes**. Dans un tel cas, un individu seul peut produire de nouveaux individus. Ce type de reproduction peut s'effectuer par fission binaire et fission multiple.

a) La reproduction asexuée:

✓ Fission binaire:

- L'animal se divise et deux individus sont produits à partir d'un :
 1. Le micronoyau se divise en deux par une forme simplifiée de mitose.
 2. Le macronoyau se divise en deux par amitose.
 3. Le cytoplasme se divise en deux moitiés égales par une constriction.

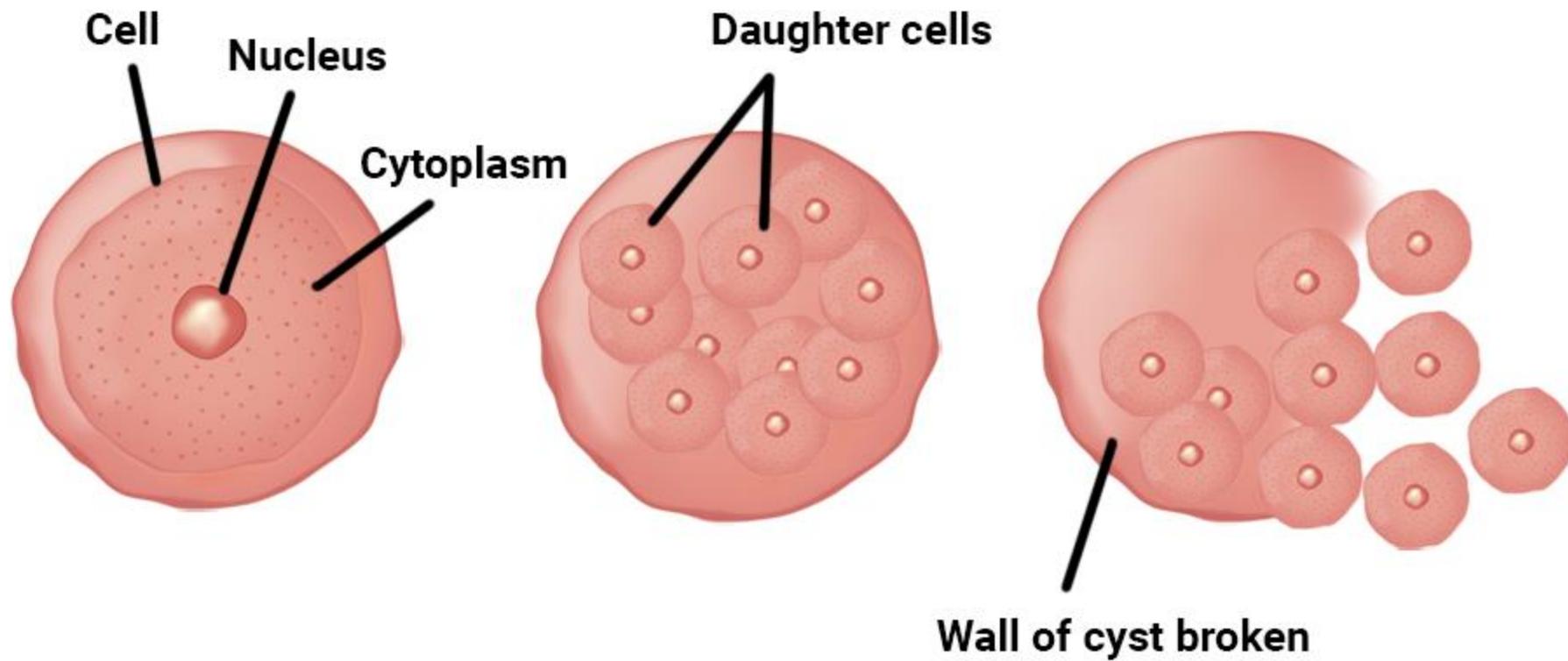
BINARY FISSION



a) La reproduction asexuée:

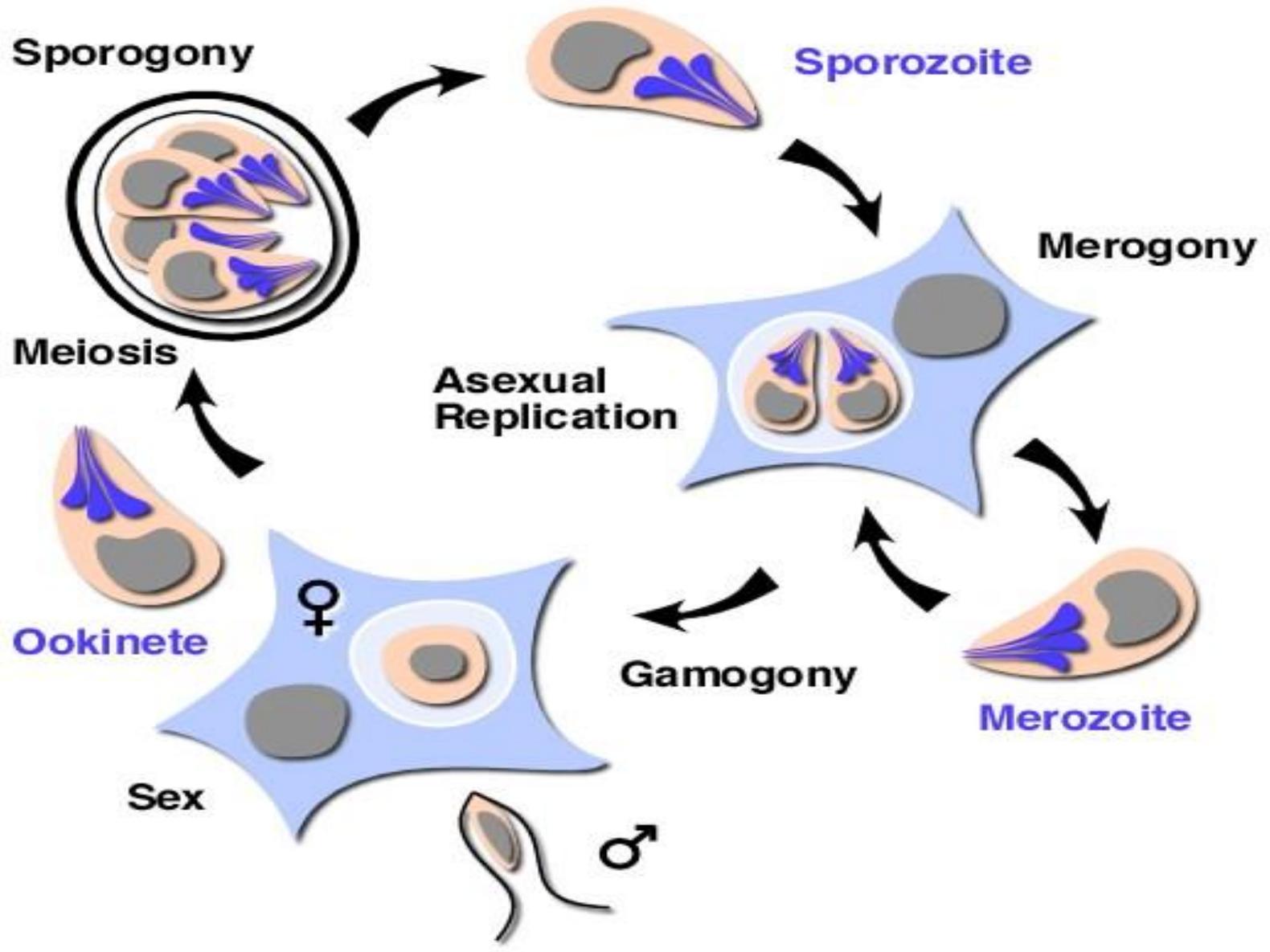
✓ Fission multiple ou sporulation :

- De nombreux individus sont produits à partir d'un seul individu à la fois:
 1. L'animal s'enkyste, le noyau se divise à plusieurs reprises et un grand nombre de minuscules noyaux filles sont produits.
 2. Le cytoplasme se fragmente et une petite partie entoure chaque noyau fille et, ainsi, de nombreux animaux minuscules sont formés.
 3. Dans des circonstances favorables, le kyste éclate et ces petits animaux sortent et grandissent jusqu'au stade adulte.



Les types suivants de fission multiple se trouvent dans les protozoaires :

1. **Gamogonie**: Les produits sont des gamètes.
2. **La scizogonie ou la mérogonie**: Les individus qui en résultent sont appelés **agamètes ou mérozoïtes**.
3. **Sporogonie**: Il survient après la fusion sexuelle. Les produits sont entourés d'un kyste ou d'un revêtement résistant et appelés spores.
Les spores mobiles sont connues sous le nom de swarmer ou swarmospores.



b) Reproduction sexuée chez les protozoaires:

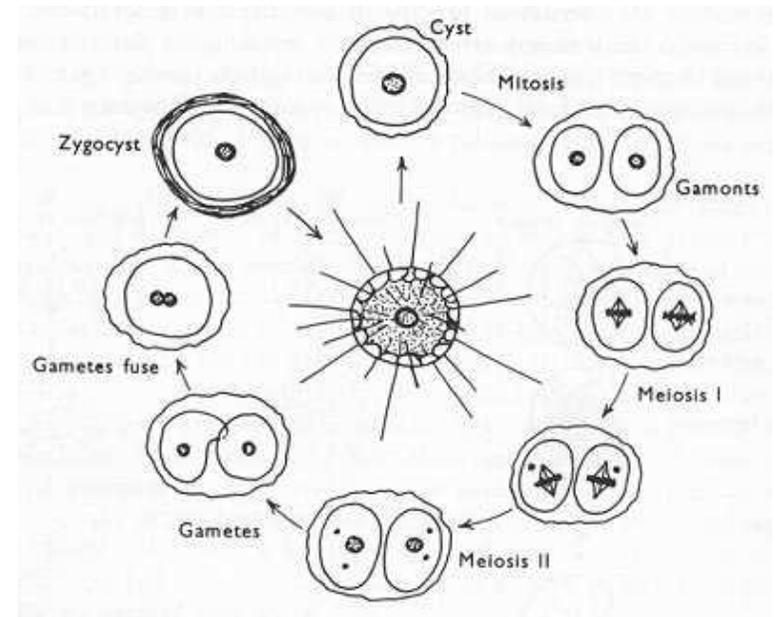
Les modes de reproduction dans lesquels **deux gamètes** s'unissent pour former **un nouvel individu** sont connus sous le nom de reproduction sexuée. Les deux unités (gamètes mâles et femelles) de deux individus distincts s'unissent **par fusion de leur cytoplasme**, suivie de **l'union de leurs noyaux**. La plupart des protistes (protozoaires) peuvent continuer à vivre, se multiplier de manière asexuée pendant de longues périodes et ne peuvent subir une reproduction sexuée qu'à intervalles irréguliers.

- Cependant, il existe de nombreux protozoaires chez lesquels la **reproduction sexuée se produit régulièrement**. La reproduction sexuée implique **une division méiotique réduisant les chromosomes en nombre haploïde.**
- Parmi **les différents types** de reproduction sexuée chez les protozoaires, **la syngamie et la conjugaison sont les plus importantes.**

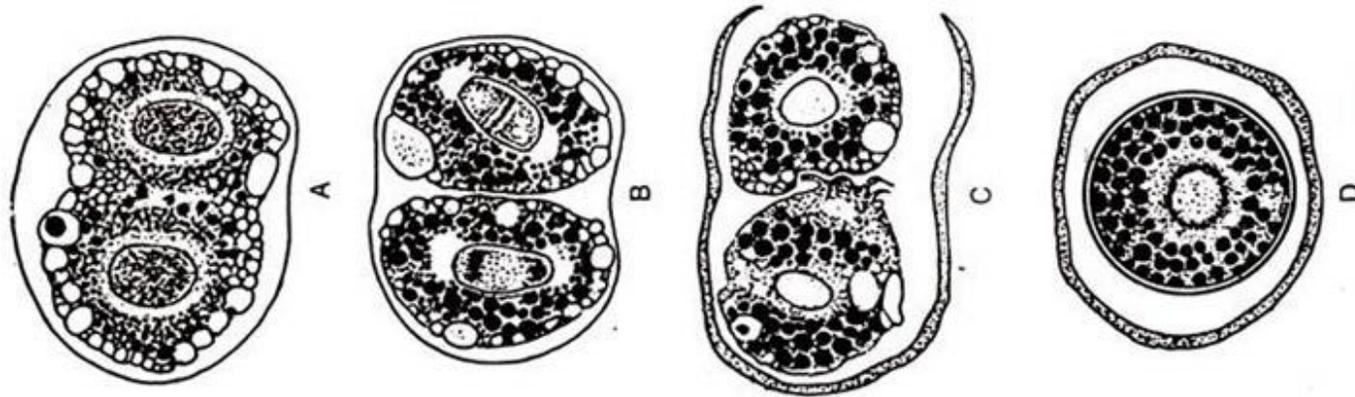
1. Syngamie ou fusion sexuelle :

- La syngamie est l'union ou **la fusion complète et permanente** de deux individus ou gamètes protozoaires spécialisés aboutissant à la formation **d'une cellule fécondée ou d'un zygote ou d'une ookyste.**
- Selon le degré de différenciation des gamètes en fusion, la syngamie peut être des types suivants :

a) Autogamie : Les gamètes dérivés de la même cellule mère (le même individu) fusionnent.

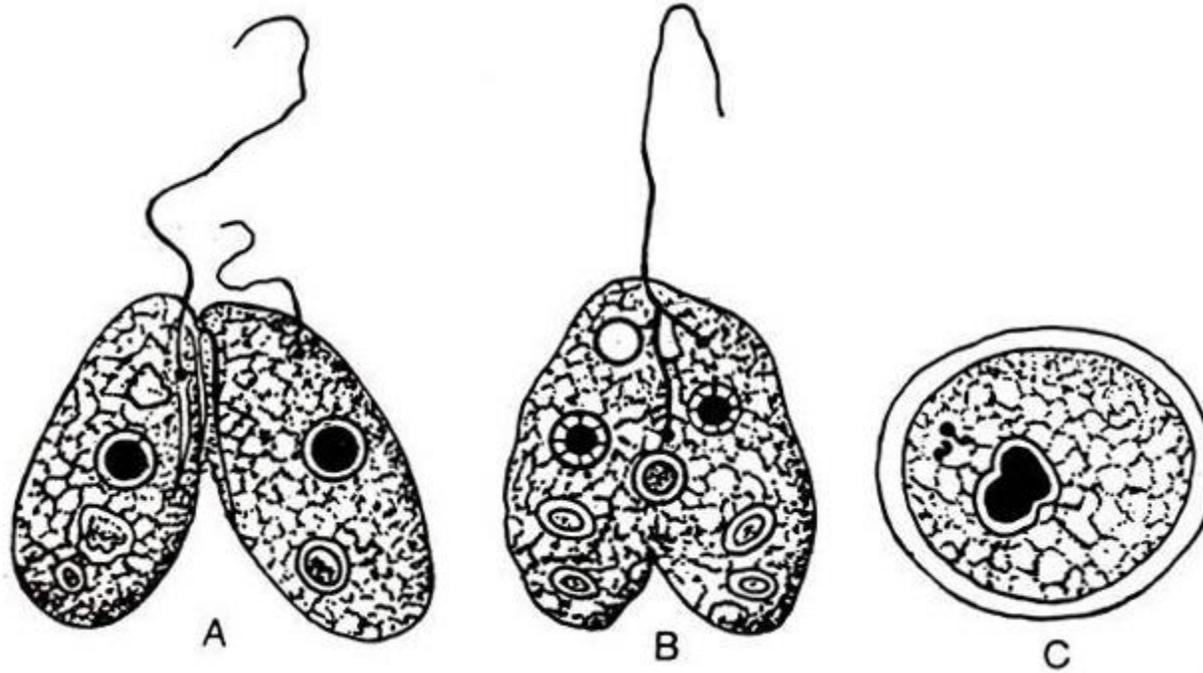


a) Pédogamie : fusion entre deux jeunes individus, union entre deux cellules-soeurs.



c) Hologamy:

Les deux individus matures se comportent comme des gamètes et fusionnent.



- d) **Mérogamie** : fusion de deux cellules spécialisées, bien distinctes des cellules somatiques.
- e) **Isogamie**: Union des gamètes de taille et de forme similaires (morphologiquement identique).
- f) **Anisogamie** : Les deux gamètes fusionnés **diffèrent par leur taille, leur forme et leur comportement**. Les gamètes sont appelés hétérogamètes ou anisogamètes et leur fusion est connue sous le nom d'anisogamie ou d'hétérogamie. La formation de gamètes morphologiquement différents est la première indication de la différenciation sexuelle chez les protozoaires.

2. Conjugation

- La conjugaison est **l'union temporaire de deux gamètes sexuelles** pour faciliter l'échange de matières nucléaires. Ils conservent leur individualité distincte et se séparent après l'échange nucléaire.
- La conjugaison est considérée comme **une étape** de la reproduction et non comme un mode de multiplication.

2. La reproduction chez les métazoaires

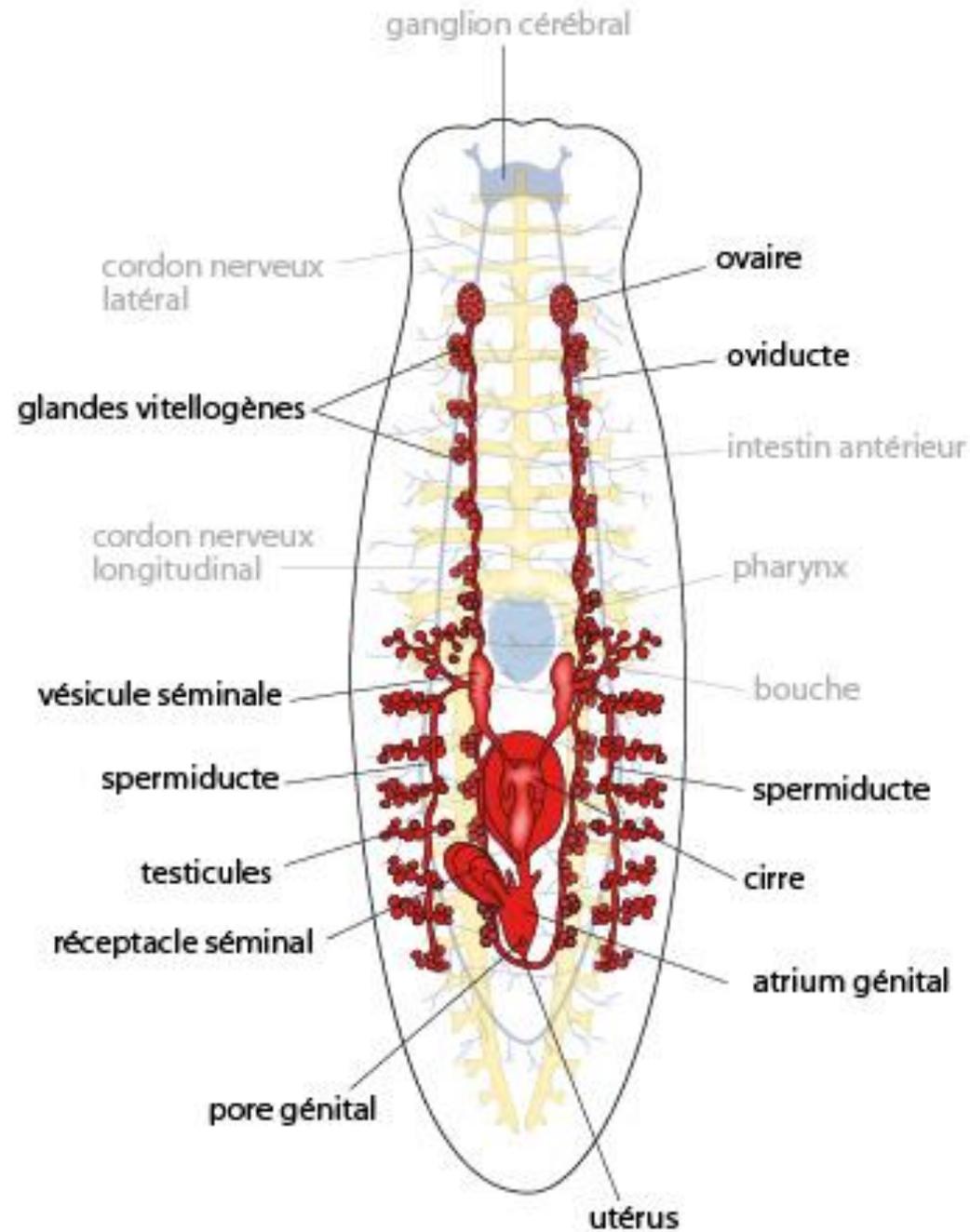
Les métazoaires parasites comprend trois phylum

- a) Les plathelminthes
- b) Les nématodes
- c) Les arthropodes

a) La reproduction chez les plathelminthes

- La plus part des plathelminthes sont **des hermaphrodites** (le cas d'avoir à la fois des organes reproducteurs mâles et femelles).
- Les plathelminthes peuvent également se reproduire **sexuellement et asexuellement** (par fusion)

Systeme reproducteur des plathelminthes



b) La reproduction chez les nématodes

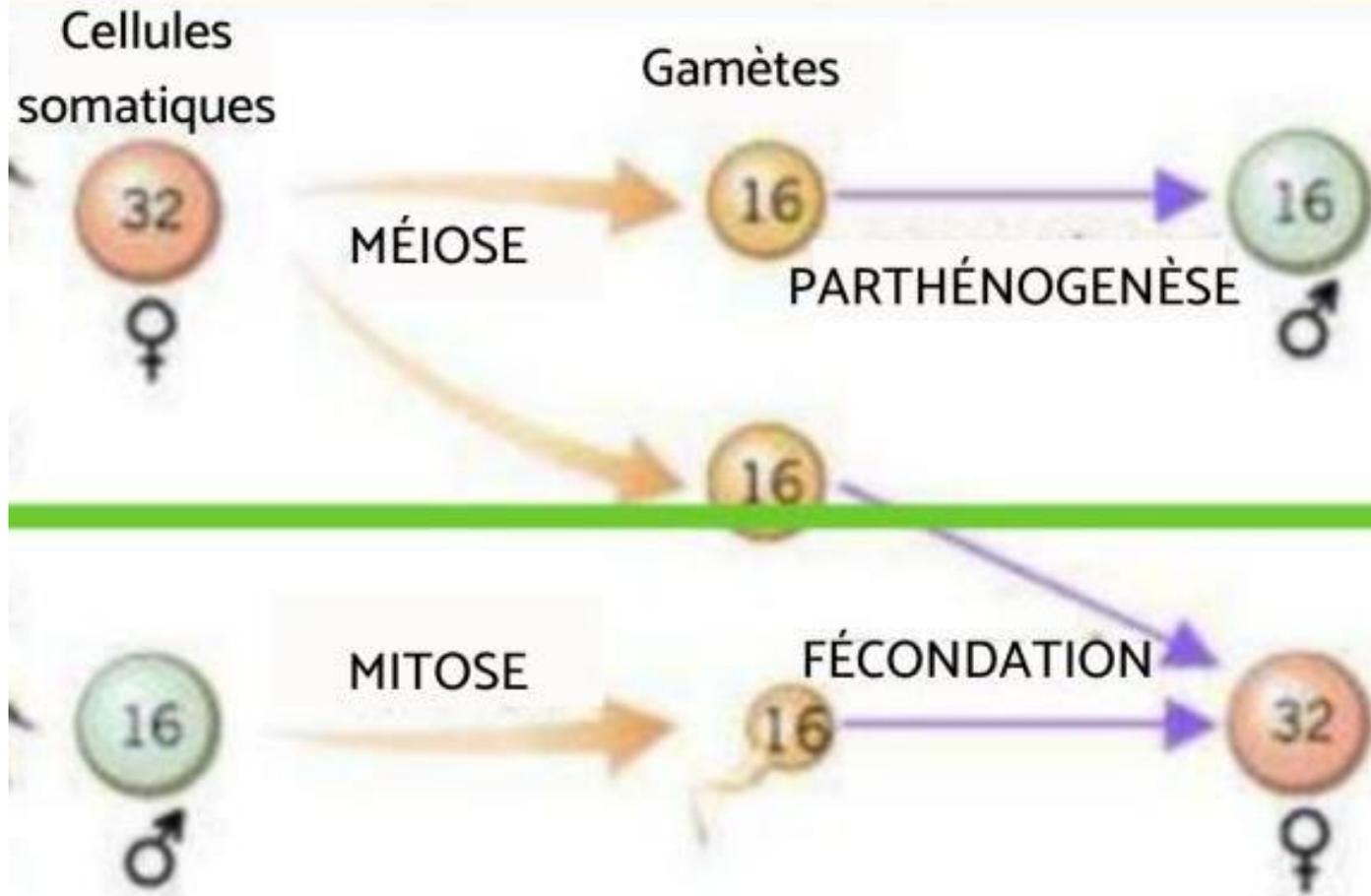
- Il existe trois types de reproduction des nématodes :

1. **Amphimixie**: union du sperme et de l'ovule

2. **Hermaphrodisme**: organes sexuels masculins et féminins fonctionnels sur le même individu

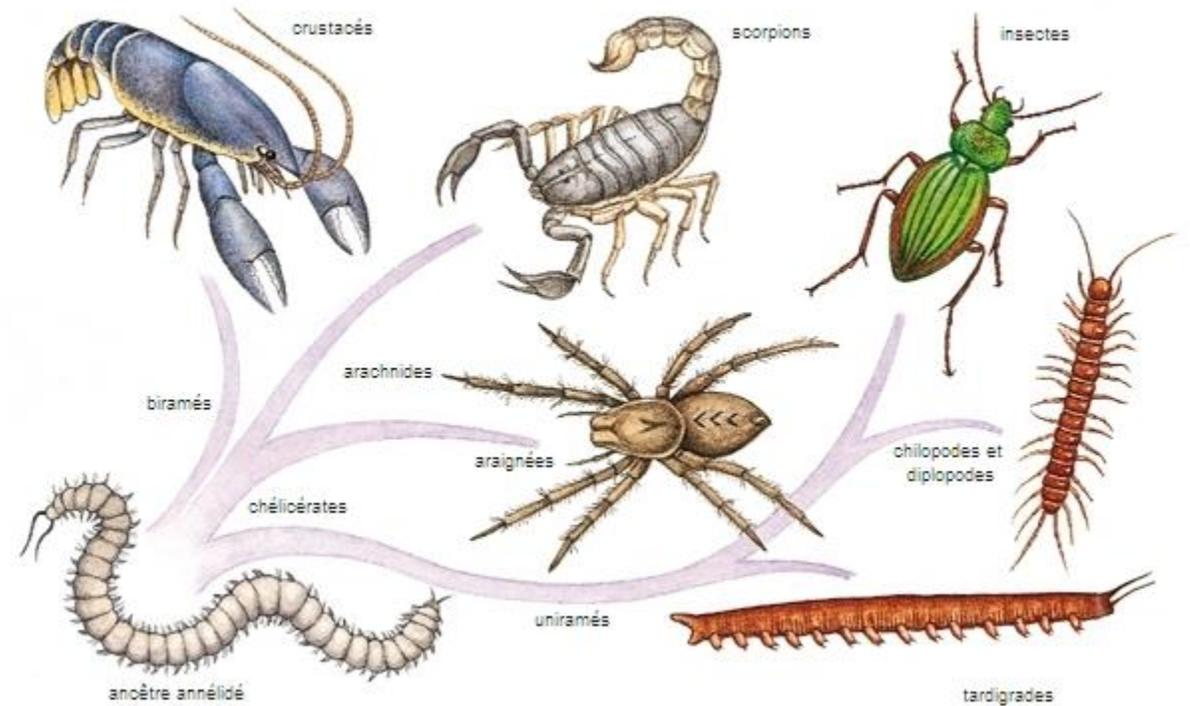
3. **Parthénogenèse**: la production de progéniture à partir d'œufs qui n'ont pas été fécondés

PARTHÉNOGENÈSE



c) La reproduction chez les arthropodes

- La reproduction chez les arthropodes et principalement une reproduction **sexuée**.
- Chez certains espèces d'insectes la reproduction sexuée peut être accompagnée par le phénomène de **parthénogenèse**



La nutrition chez les parasites

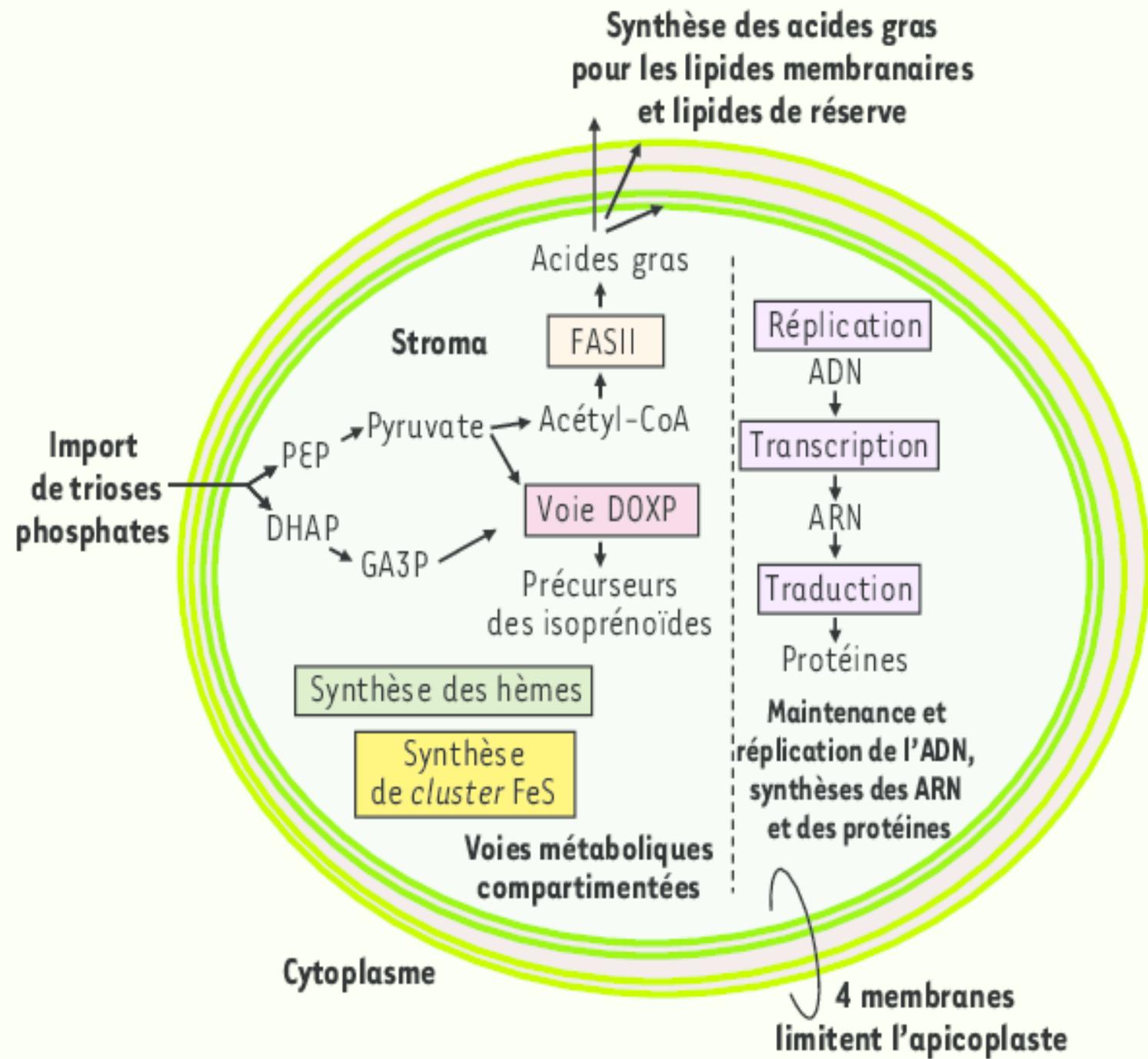
1. Comment le parasite s'adapte à la nutrition de son hôte

Les parasites unicellulaire, et plus précisément ceux qui appartiennent au phylum des **Apicomplexa**, doivent envahir une cellule hôte afin de s'y propager, y survivre et donc causer la maladie.

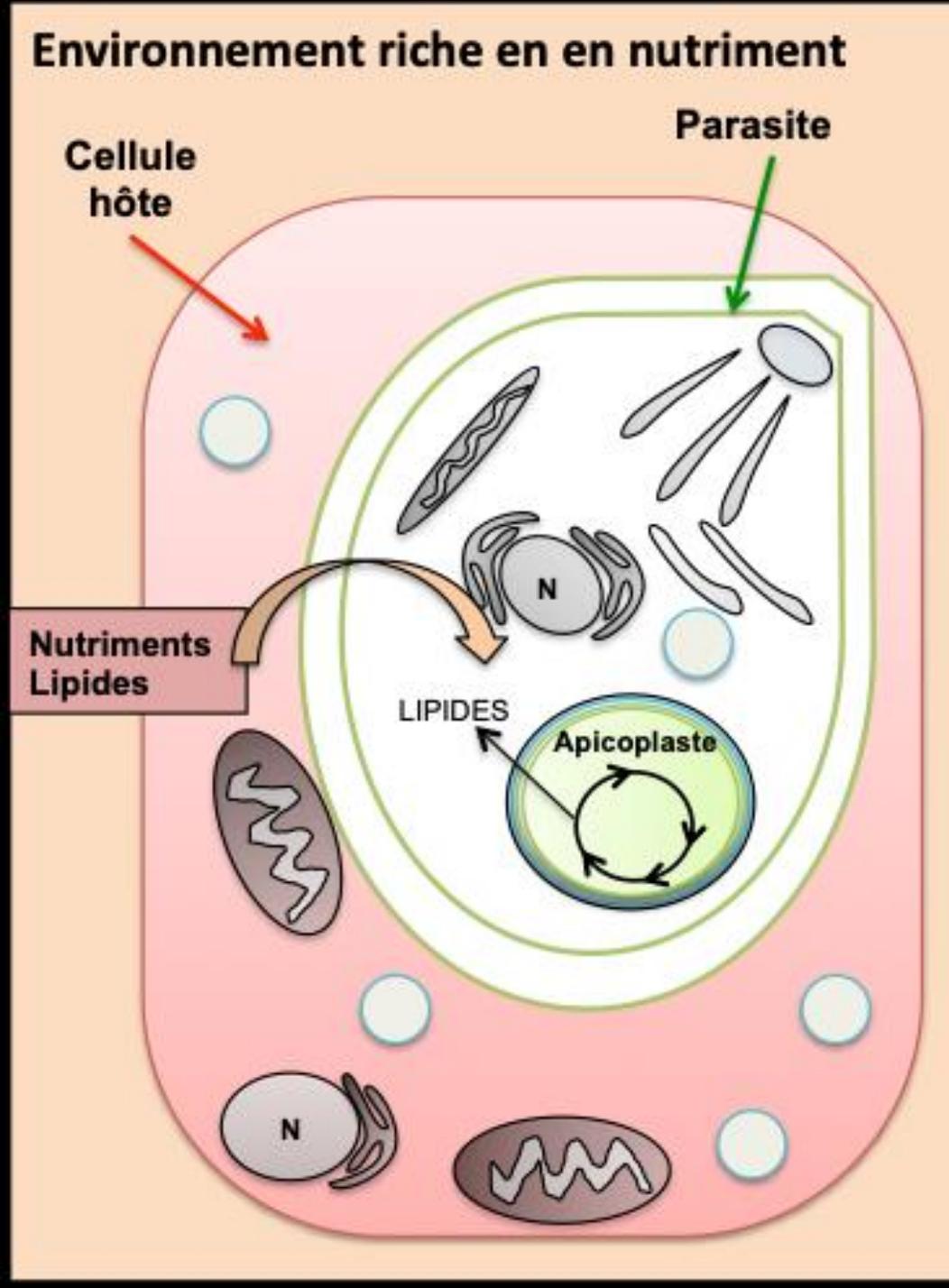
Au cours de leur développement intracellulaire, les parasites ont besoin **de grandes quantités de nutriments et de lipides afin de pouvoir se propager.**

Ces nutriments sont acquis d'une part, par **le recyclage des ressources nutritives** de l'hôte (cellule) et d'autre part par **la fabrication de lipides** émanant d'un compartiment végétal (**apicoplaste**) propre au parasite.

Organite de type **plaste** présent chez les cellules d'apicomplexa, entouré de **quatre bicouches phospholipidiques** endomembranaires, contenant de l'ADN circulaire, et représentant un chloroplaste vestigial dérivé d'une algue microscopique endosymbiotique ancestrale ayant perdu toute capacité de photosynthèse.

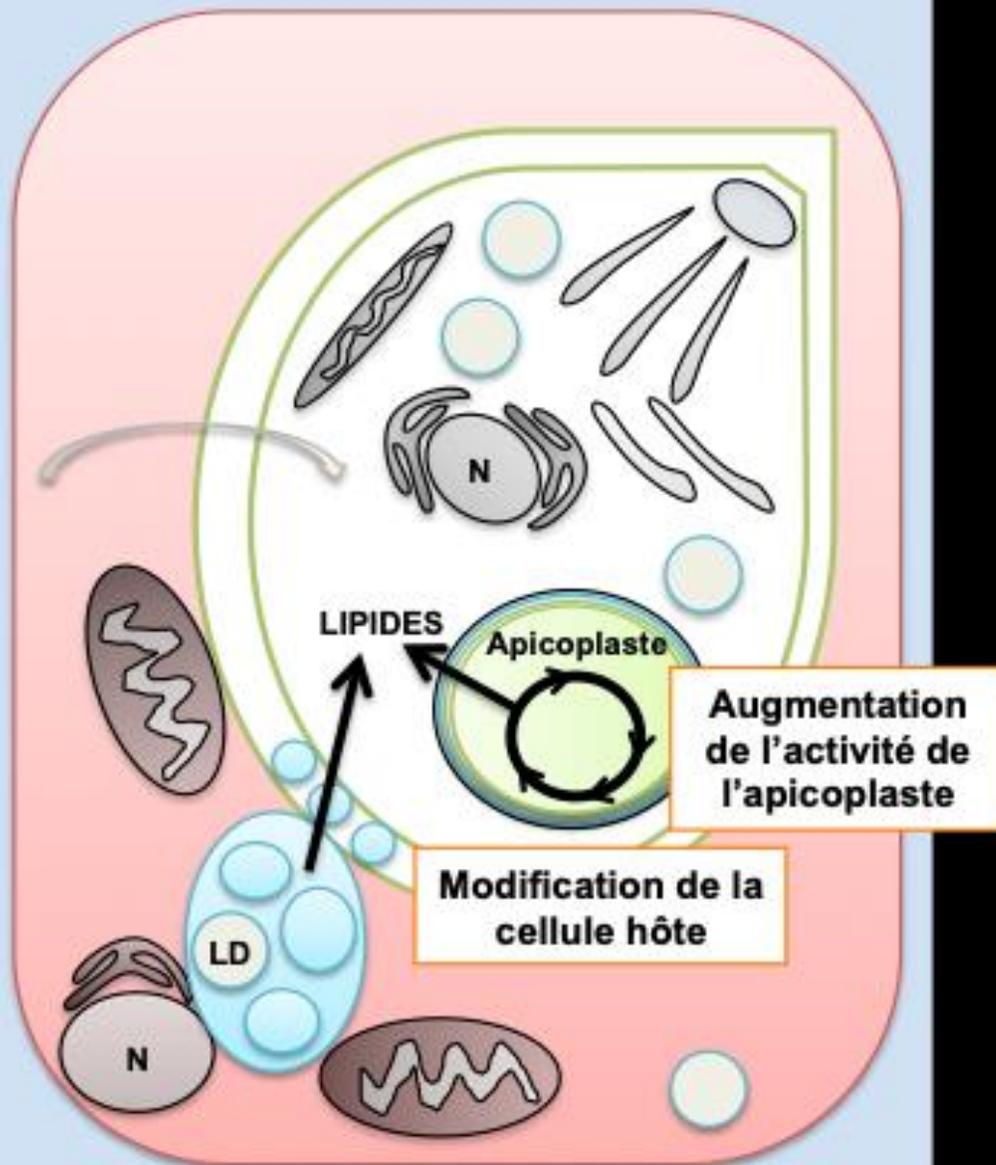


- L'équipe du Laboratoire International Associé avec l'Université de Melbourne, ont adopté **un modèle d'interaction métabolique** entre les parasites Apicomplexa (*Plasmodium/Toxoplasma*) et leur hôte en fonction du statut nutritionnel de la cellule humaine.
- Les chercheurs démontrent que le parasite est **capable de ressentir** l'état nutritionnel de l'hôte pour réguler ses voies d'acquisition nutritives. Le parasite “**ressent**” l'état de santé et la quantité de nutriments disponibles chez l'humain et modifie son comportement métabolique pour obtenir ce dont il a besoin pour se propager.



Dans le cas **d'un environnement nutritionnel riche** (cadre orange) chez le patient sain (en rose la cellule hôte humaine), le parasite (au centre, en blanc) peut utiliser massivement les ressources nutritionnelles de son hôte pour se diviser et survivre.

Environnement pauvre en nutriment



Dans le cas d'un environnement nutritionnel pauvre (cadre bleu) / patient affaibli en sous-nutrition, le **parasite le ressent** et procède à d'importantes modifications adaptatives :

- (1) le parasite augmente ses capacités de **synthèse** lipidiques via sa « facette végétale » (en vert dans le parasite, apicoplaste, compartiment d'origine végétale et spécifique au parasite),
- (2) il **modifie profondément la cellule humaine** afin que celle-ci génère plus de matériel nutritionnel uniquement pour le parasite.

- Les *Trypanosoma*, parasite protozoaire responsable de la trypanosomiase humaine, présente un cycle de vie complexe alternant entre des hôtes mammifères et un vecteur insecte. De ce fait, il rencontre des environnements radicalement distincts auxquels il s'adapte **en régulant son métabolisme**.
- La **forme procyclique** évolue dans le tractus digestif de l'insecte vecteur qui est un environnement **dépourvu de glucose**.
- L'enzyme fructose 1,6-biphosphatase(fbpase) assure au parasite le fructose-6-phosphate

- La néoglucogenèse est cruciale pour la croissance et la survie des parasites.

La néoglucogenèse = synthèse des hexoses phosphates = glucose 6-phosphate

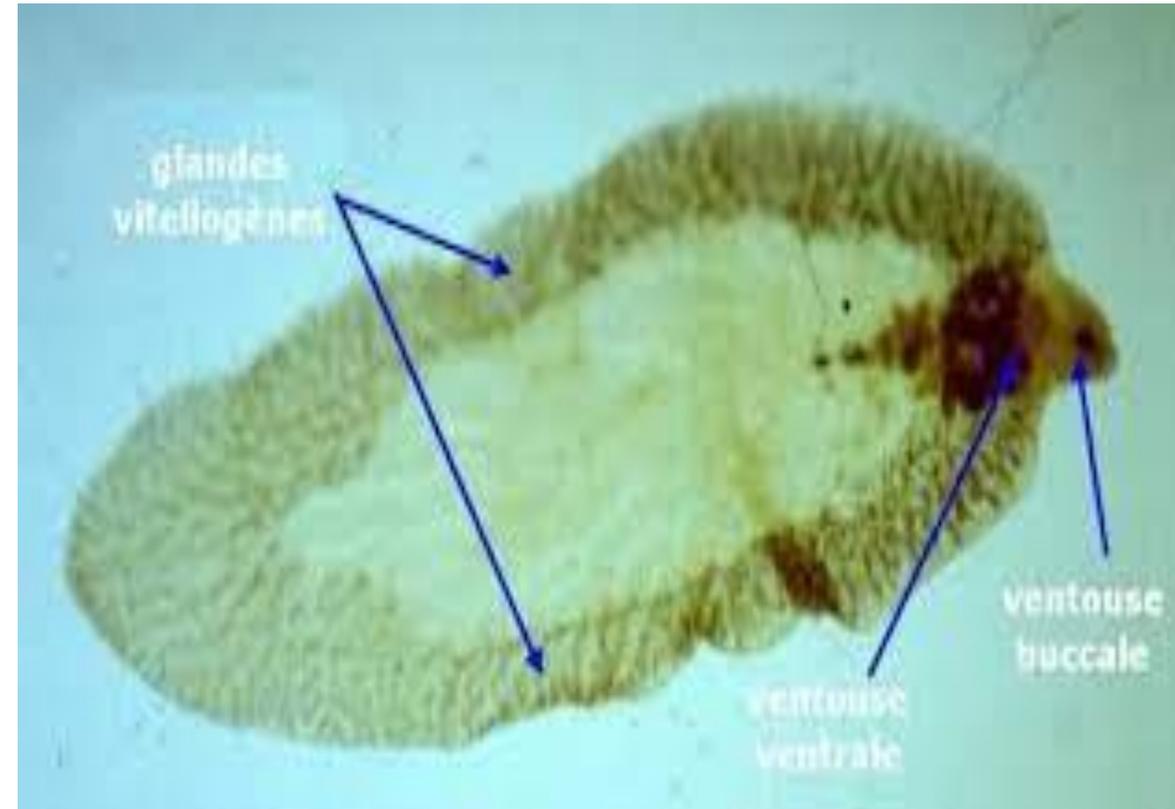
- Selon Marion W. 2017, le flux néoglucogénique chez *trypanosoma brucei* est alimenté par **la proline** (un acide aminé) mais aussi par **le glycérol**.
- **Le glycérol** est une source de carbone efficacement métabolisée et préférentiellement utilisée par la forme procyclique à défaut de la proline et même du glucose pour alimenter son métabolisme intermédiaire.

- Si le *Trypanosome* est dans le corps d'un mammifère, il utilise les différentes formes de glucose et autres;
- *Trypanosoma evansi* par exemple est capable d'utiliser les corps suivants: **glycérol; glucose, fructose, mannose, glucosamine**. Le **glycogène** et le **maltose** sont métabolisés après hydrolyse par une maltase et une glycogénase sanguines.
- *Trypanosoma brucei* utilise les mêmes glucides mais également **l'acide Alpha céto-glutarique**, le **pyruvate de sodium**, la **thréonine**, **l'acide glutamique** et la proline.

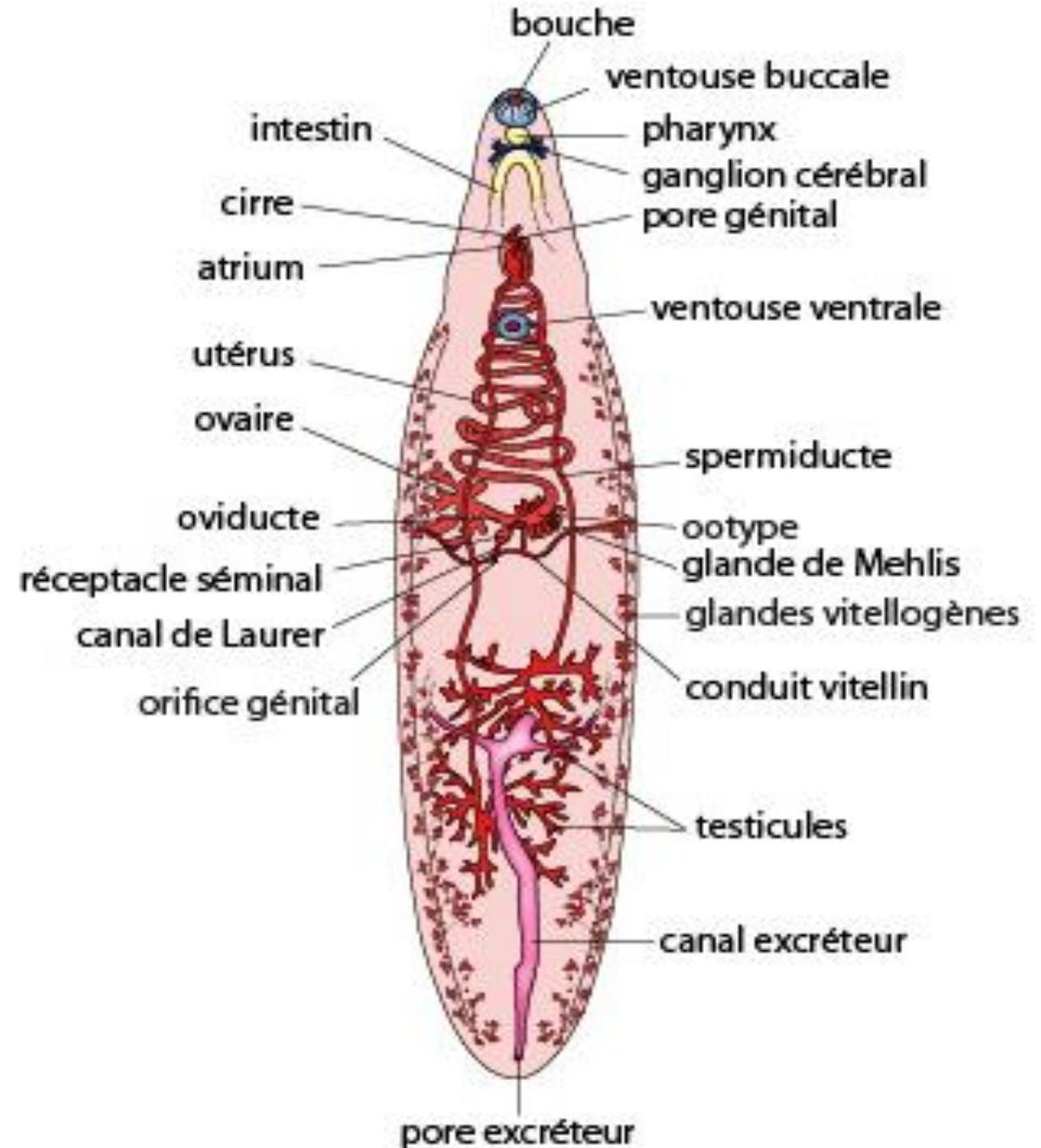
La nutrition chez les trématodes

- Il existe des espèces de trématodes qui sont **des espèces intestinaux** et qui se nourrissant **des tissus épithéliaux superficiels et des sécrétions mucoïdes** associées de l'hôte
- D'autres espèces vivant dans **le système respiratoire et circulatoire** se nourrissent exclusivement **de sang**.

- Le mode d'alimentation est provoqué par le **pharynx musculaire** et le processus d'attachement normal de la **ventouse buccale**.
- C'est un processus purement mécanique qui peut être complété par des sécrétions enzymatiques produites par le trématode qui ont un effet **histolytique** sur les tissus de l'hôte.



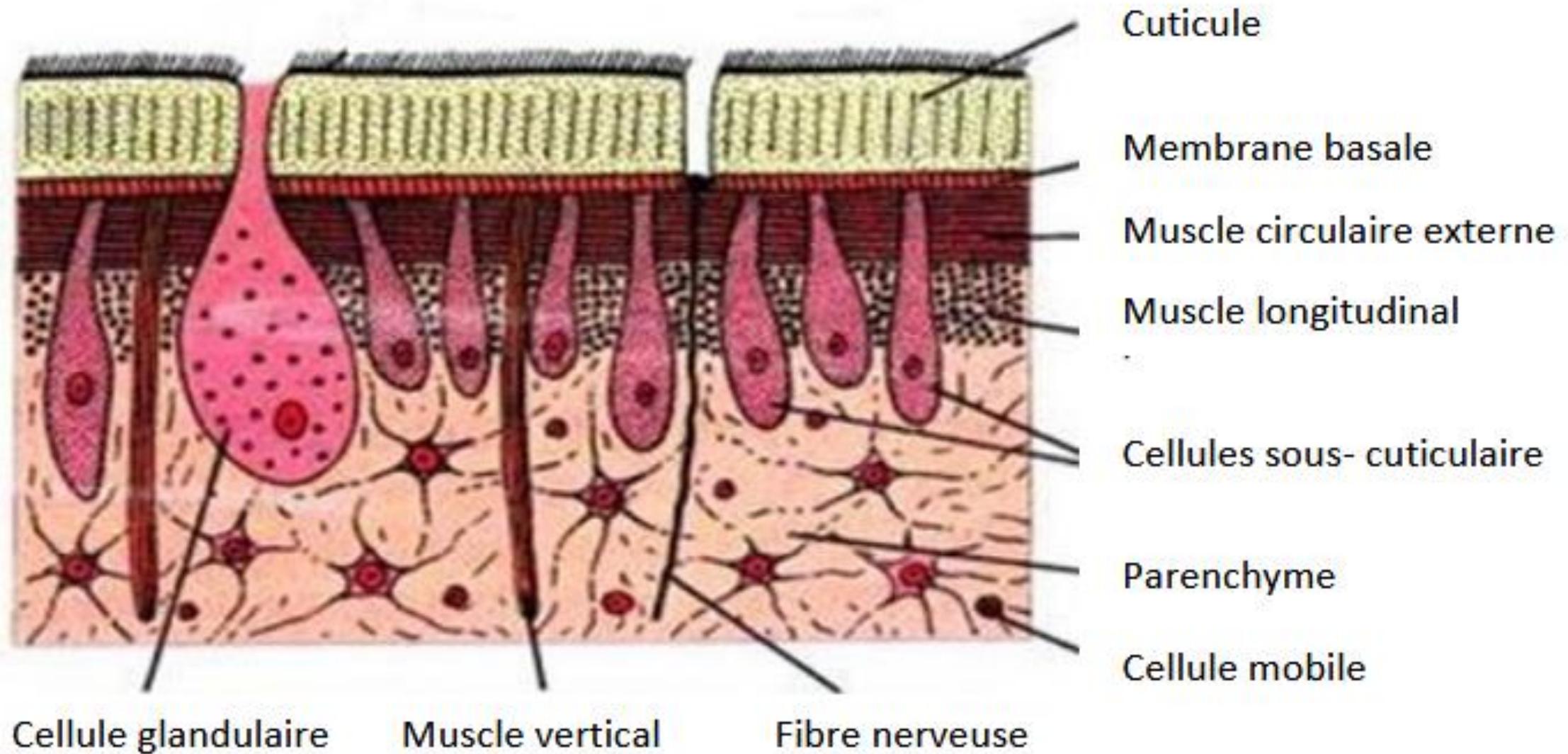
- **Les glandes pharyngées** situés au niveau du pharynx sécrètent un protéase puissant qui **érode** l'épiderme de l'hôte et le vert par la suite **susse les produits de la lyse**.



La nutrition chez les cestodes

- Les cestodes ont un besoin important en **glucides**, en **protides** en **lipides** en **matières minérales** essentiellement **les phosphates**, en **vitamines**
- **Les sels biliaires** jouent un rôle dans l'alimentation des cestodes.
- Les cestodes sont dépourvu le tube digestif et ils se nourrissent **par osmose** pour les sels et les produits solubles,
- Pour les protides c'est par **un processus métabolique en surface** de la **cuticule**

- **Le tégument** des cestode est constitué d'un épithélium syncitial et est recouvert d'un glycocalyx. Son métabolisme est **de type anaérobie**. Ils se nourrissent **par absorption**, à travers le tégument, de petites molécules organiques.
- **Des microvillosités** situées sur l'épithélium augmentent la surface d'absorption.



Coupe transversale du tégument de *Taenia saginata*

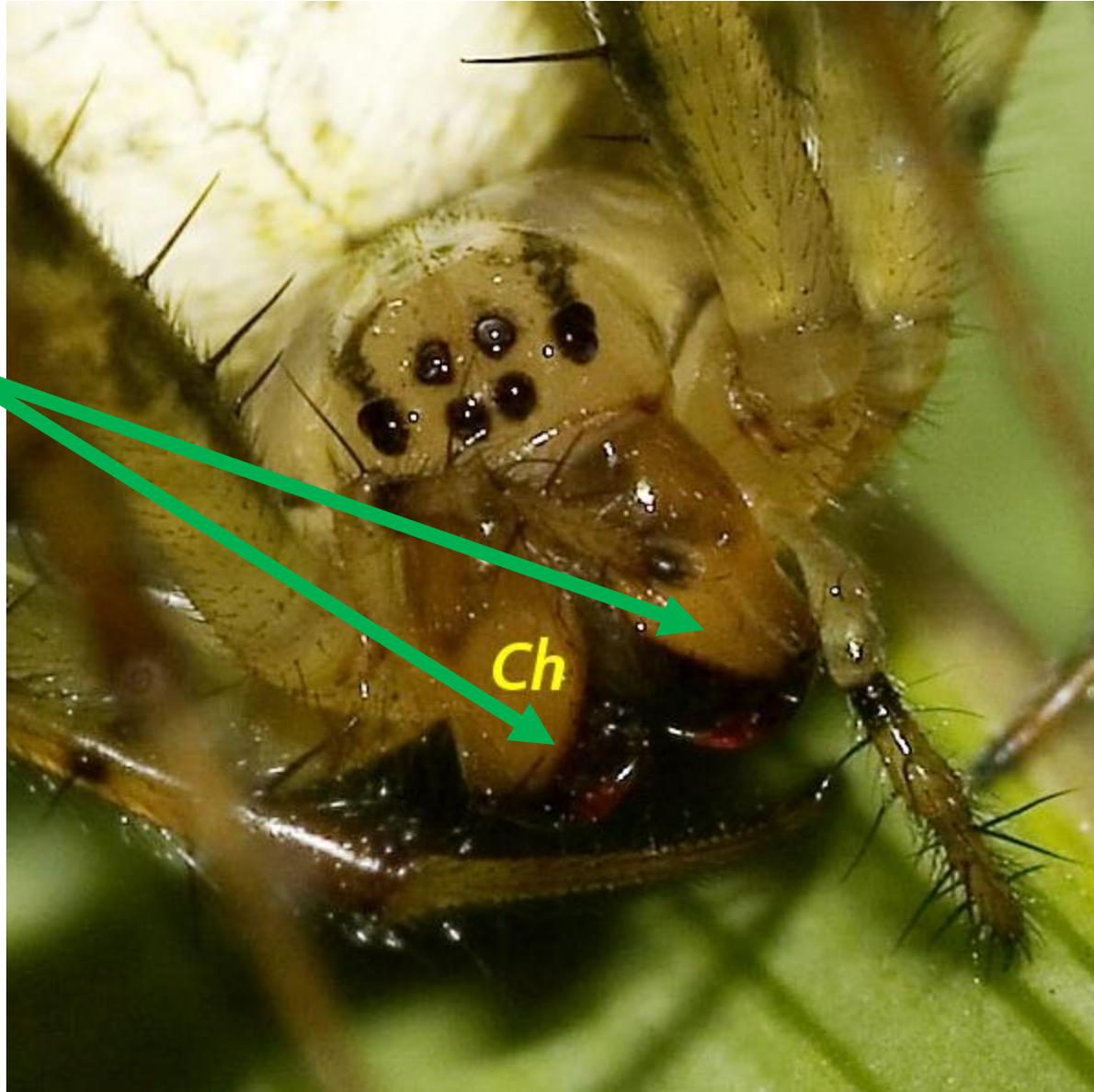
La nutrition chez les nématodes

- Les nématodes **phytoparasites** sont des parasites obligatoires des plantes; ils se nourrissent **sur les racines ou les parties aériennes d'une plante vivante.**
- **L'ascaris** adulte se développant dans **l'intestin** et se nourrit de **liquides** contenant les aliments digérés, contribuant à la malnutrition protéino-énergétique chez l'hôte, et à une mauvaise absorption des glucides.

La nutrition chez les acariens parasites

- Les acariens peuvent coloniser des milieux très divers, de ce fait, ils ont une alimentation très différente selon les espèces.
1. Certains **acariens** possèdent **des chélicères** en forme de pince pour broyer des aliments solides (animaux et végétaux). Les substances solides sont ensuite digérées à l'extérieur du corps grâce à **des enzymes** sécrétées par les glandes salivaires situées à la base des appendices buccaux.

Les chélicères



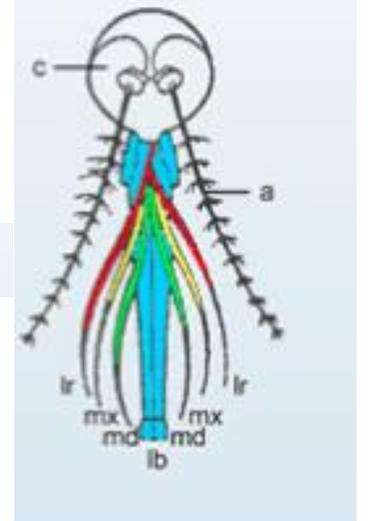
2. D'autres acariens ectoparasites **injectent** cette sécrétion dans leurs hôtes, où elle se propage dans les tissus pour assurer leur **prédigestion** (digestion extra-intestinale). Ils **aspirent** ensuite ces tissus solubilisés qui constituent un liquide nutritif.
- Ces liquide nutritifs vont entré dans **l'intestin moyen**, qui possède **des phagocytes** pour que la digestion se poursuite (digestion intracellulaire).

3. Le groupe des tiques (*Ixodida* ou *Metastigmata*) est exclusivement **hématophage**. Le sang est sucé à partir des hôtes grâce à une piqûre réalisée avec **le rostre**. Lors du repas sanguin, une paire de glandes salivaires libère dans l'hôte des enzymes protéolytiques.
- Après une digestion partielle à l'intérieur de l'intestin moyen, **le matériel soluble** du sang hémolysé est absorbé par **les cellules intestinales** par phagocytose et pinocytose.
 - La digestion se poursuit à l'intérieur des cellules grâce à l'action des **lysosomes**.

La nutrition chez les insectes parasites

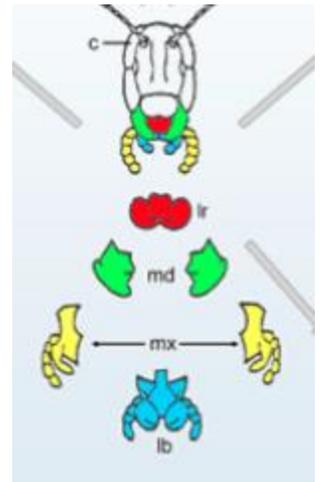
- Les poux **piqueurs** ont un mode de nutrition très spécifique en raison de leurs adaptation au sang de l'hôte. Se sont des insectes **hématophages** (se nourrissent sur le sang de l'hôte).
- Les poux **broyeurs** se nourrissent par contre sur les **débris cutanés** de leur hôte.

Piqueur / suceur



Broyeur

md = mandibule
mx = maxille
lr = labrum
lb = labium



- **Les punaises de lit** qui sont des insectes parasites se nourrissent principalement **du sang humain**, le repas sanguin dure pendant trois à 15 minutes, en fonction du stade du cycle de vie où elles se trouvent.
- L'insecte se cache ensuite pour **une digestion** qui prend généralement plusieurs jours.
- Les insectes parasites comme les poux, puces, punaises sont hématophage quelque soit le sexe (male, femelle)

- Chez un autre groupe d'insectes parasites comme les moustiques, **les femelles** sont des **hématophages** qui piquent les Homéothermes, parfois aussi Poïkilothermes, absorbant le sang qui fournira les **éléments protéiniques** nécessaires à **la maturation des œufs**, Les mâles présentent des **pièces buccales réduites** avec généralement **atrophie des mandibules**, perte du pouvoir vulnérant. Ils sont uniquement **suceurs** et se nourrissent sur le nectar des fleur.