



## **RONÉOS DFGSP2 2020 - 2021**

### **UE PL2.6 : BEMN 15-16**

**Date : 06/10/2020**

**Plage horaire : 8h30-10h30**

**Enseignant : RIVIERE Loïck**

**N°ISBN : 978-2-37366-078-4**

Ronéistes

HENAFF Louis-Gabriel - lgheaff@gmail.com

BABIN Richard – richard33.babin@gmail.com

## **Introduction à la zoologie et les unicellulaires**

### ***Plan du cours :***

#### **I -Introduction de l'enseignement**

#### **II- Rappels de notions essentielles à la zoologie**

##### **A- domaines du vivant et la biodiversité**

##### **1-Les 3 grands domaines du vivant**

##### **2- Notion de biodiversité**

##### **B-Systématique, nomenclature et classifications**

##### **1-Rappels des notions**

##### **2-Exemple du cobra royal**

##### **3-Différentes classifications**

##### **4-Les arbres de classification**

#### **III-Généralités sur les unicellulaires**

##### **A-modes de vies**

##### **B-mobilité et nutrition**

##### **C-reproduction et enkystement**

#### **IV-Exemples d'unicellulaires**

##### **A-alvéolobiontes**

##### **1-Généralités**

##### **2- Exemple du paramecium caudatum**

##### **3-Alvéolobionte apicomplexé et Plasmodium falciparum**

B-Parabasalien  
C-Métamonadines et Giardia intestinalis  
D-Euglénobiontes kinétoplastidés

*Objectifs du cours : via une approche évolutive, décrire différents taxons, animaux et préciser leurs intérêts dans le domaine médical, pharmaceutique ou encore vétérinaire ; étudier les interactions entre ces animaux et l'Homme ou les animaux d'élevage afin de comprendre les enjeux de la zoologie.*

## **I. Introduction de l'enseignement**

Les cours de zoologie seront abordés pendant tout le cursus de pharmacie. Cette année on commence avec la zoologie qui est en fait de la biologie animale et de la biodiversité animale. On va poser les bases qui vont permettre de comprendre les grandes questions qui organisent le règne animal. Ces enseignements, servent donc de base pour comprendre notamment la parasitologie en 5<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> année, qui est une grosse partie de ces cursus là. Cet enseignement de zoologie s'articule autour de 2 points, les cours et les TP qui se passeront dans la tranche 1 au 4<sup>e</sup> étage du bâtiment principal de pharmacie. Le **polycopié** est disponible et très important, il s'agit d'un support de base avec beaucoup d'éléments permettant de comprendre à la fois les cours et les TP, **il est essentiel de l'apporter en TP.**

Les TP vont permettre d'illustrer le cours ; il y a dans la salle de TP un grand nombre d'animaux conservés (et donc morts) que l'on va observer, on va essayer de comprendre comment ils sont construits, à quoi ils servent et leur éventuel danger. (Il y a 2 TP réalisés avec le professeur Rivière). **Il est essentiel d'être ponctuel** en ce qui concerne les TP, tout retard se répercute sur un grand nombre de séances.

Le plan est très simple, on va présenter le « décor » avec certaines définitions et des rappels puis on va étudier des animaux un par un, en commençant par les eucaryotes unicellulaires (organismes constitués d'une seule cellule) puis les eucaryotes pluricellulaires (plusieurs cellules qui s'organisent plus ou moins) pour lesquels on verra notamment les **Éponges**, les **Cnidaires** qui sont les **méduses**, les **Vers** qui sont des vers plats (ou Plathelminthes), les **Mollusques**, les **Nématodes** qui sont des vers ronds provoquant certaines maladies.

**Un aparté sera fait sur les Arthropodes** car il s'agit d'un groupe animal extrêmement représenté et diversifié, qui est très important (la deuxième séance de TP sera focalisée uniquement sur les Arthropodes puisque ce sera à nous d'avoir l'expertise nécessaire, même par rapport à d'autres cursus de santé, de savoir comment les reconnaître, quels sont les dangers ou autres choses à savoir sur ces Arthropodes).

On terminera (si le temps le permet) par les **Échinodermes**. On parlera également de certains vertébrés en s'arrêtant sur les **Batraciens** et les **Reptiles** puisque nous allons essayer de parler des animaux venimeux et notamment des serpents (via des présentations de serpents venimeux ou non et comment apprendre à les reconnaître).

Il est important de comprendre que pour bien travailler ce cours il va falloir passer par un **apprentissage « par cœur »** surtout les notions, le vocabulaire et certains schémas pour **au final être capable de faire une synthèse** de cet apprentissage, être capable de connecter différentes choses entre elles. Une particularité de cette discipline ; **les observations sont très importantes**, l'apprentissage est très visuel, beaucoup d'illustrations seront utilisées et Formatoile contiendra beaucoup de matériel pour permettre un apprentissage petit à petit, par consolidation des connaissances (les TP étant eux aussi très visuels ils participeront à cet apprentissage).

L'idée, c'est qu'à la fin de ce cours, quand on nous présentera un animal, on sera **capable de le reconnaître** ou éventuellement, si c'est un Arthropode par exemple, de donner les éléments principaux pour poser une hypothèse d'identification de l'animal.

Les éléments à connaître, qui sont assez communs à tous les animaux, sont donc les **définitions spécifiques à chaque groupe d'animaux**, les **noms** (vernaculaires=communs à connaître de manière générale ou scientifiques, à noter que tous les noms scientifiques ne sont pas à connaître, certains concernant les animaux les plus importants (surtout les parasites) le seront toutefois), **notion de taille** (importante car les animaux étudiés peuvent faire de quelques microns à plusieurs mètres), **l'intérêt de l'animal** (partie très importantes ; sont-ils venimeux, pathogènes pour l'Homme, modèles pour la recherche fondamentale, vecteurs de maladie, etc... Tout ça justifie l'étude et la compréhension de ces animaux).

## **II- Rappels de notions essentielles à la zoologie**

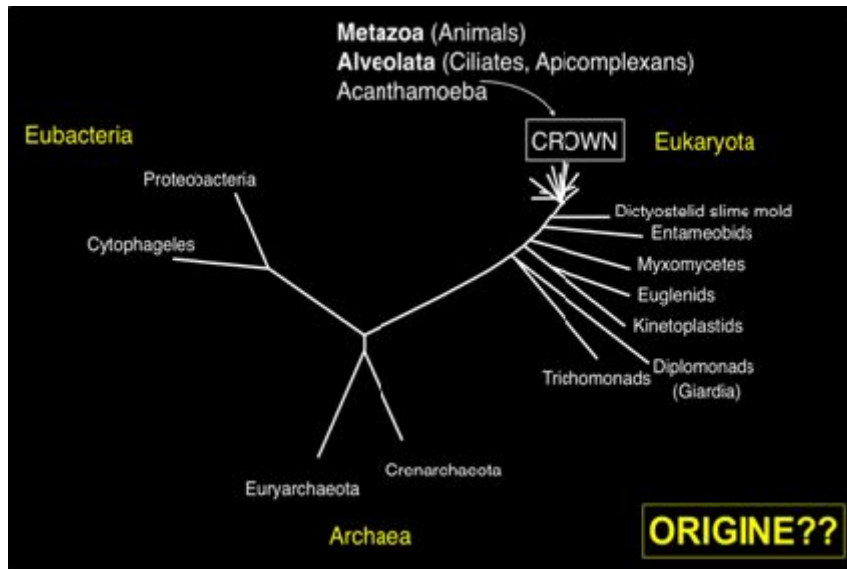
### **A- domaines du vivant et la biodiversité**

Un animal se définit par un **nom**, il est classé par un **taxon d'appartenance**, la **taille**, la **morphologie** et l'ultrastructure, comment il est construit ce qui permet aussi de le classer, la **reproduction**, comment ils se **déplacent**, comment ils se **nourrissent** et quel(s) est (sont) leur(s) **intérêt(s)**. Tout cela permet d'établir une fiche d'identification de l'animal.

#### **1-Les 3 grands domaines du vivant :**

Rappels de l'année dernière :

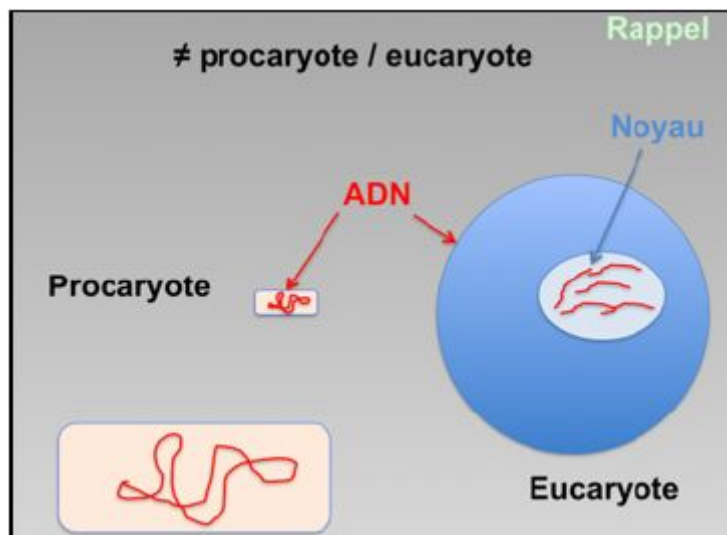
Il existe 3 grands domaines dans le monde vivant, **eubactéries**, **archéobactéries** et **eucaryotes** avec différentes représentations de ces grands domaines, car encore à l'état d'hypothèses, on a aucune certitude notamment quant à l'origine de ces 3 domaines.



Il est donc nécessaire d'être très « humble » quand on fait ce genre de représentations, d'interprétations. Pour simplifier encore, on a d'un côté les procaryotes (eubactéries et archéobactéries) et de l'autre côté on a les eucaryotes.

Il est important de préciser ce qu'est une cellule eucaryote et ce qu'est une cellule procaryote. L'élément de comparaison le plus pertinent est la **compartmentation du matériel génétique** de ces organismes ; dans la cellule procaryote, ce matériel est généralement sous forme circulaire et il nage librement dans le cytoplasme de la cellule.

Chez les **eucaryotes** ce matériel a un autre niveau d'organisation, il peut être extrêmement compacté, organisé sous forme de chromosome mais il est surtout isolé du reste de la cellule par un compartiment propre qu'on appelle le **noyau** (matériel se trouvant dedans) formé par une enveloppe nucléaire le définissant. Cette différence est très importante, c'est elle qui va régir le nombre de gènes, la manière dont ces gènes sont exprimés et les capacités cellulaires de ces organismes.



Les eucaryotes constituent la grande majorité des éléments actuellement répertoriés, on estime qu'il y a environ **1,7 millions d'espèces eucaryotes** sur Terre mais certaines hypothèses tendent vers un nombre bien plus important, avec beaucoup d'espèces qu'il nous reste à découvrir. C'est ce que l'on appelle la **biodiversité**.

## 2- Notion de biodiversité

La biodiversité c'est la diversité biologique du monde (du tissu) vivant dont nous faisons partie. La biodiversité recouvre **l'ensemble des formes de vie sur Terre et leurs interactions** (animaux, végétaux ou autres, interactions entre tous les êtres vivants). Quand on parle de biodiversité, on parle en fait d'un catalogue des formes du vivant qui est encore très incomplet ; on estime qu'il n'y a qu'1 % de la planète qui est étudié sous l'angle de la biologie (même dans l'environnement dans lequel on évolue, on a pas complètement répertorié l'entière des animaux qui le compose).

On estime aussi qu'il y a entre 16 000 et 20 000 nouvelles espèces qui sont découvertes par an, et qu'il resterait 10 à 20 millions d'espèces à découvrir (chiffres déterminés via des études ponctuelles réalisées dans des petites parties du monde, dans des zones très restreintes où la faune et la flore étaient déjà connues mais où on a donc découvert de nouvelles espèces, elles sont extrapolées au monde entier ; il s'agit donc de chiffres, d'informations à vérifier plus tard et qui plus est, dépendants fortement des régions d'où ils ont été tirés, certaines étant très riches et d'autres non) ; si on continuait à travailler à rythme « humain » tel que c'est fait actuellement, il faudrait 1000 ans pour achever complètement l'inventaire de cette biodiversité. Il s'agit cependant ici d'une vision optimiste car il y a un **déclin de cette biodiversité**.

On a donc énormément de diversité, qu'il s'agisse d'une **diversité d'espèces, d'une diversité des écosystèmes ou d'une diversité des gènes**. La génétique est très importante, elle permet de comprendre énormément de choses sur les animaux.

## B-Systématique et nomenclature binominale

### 1-Rappels des notions :

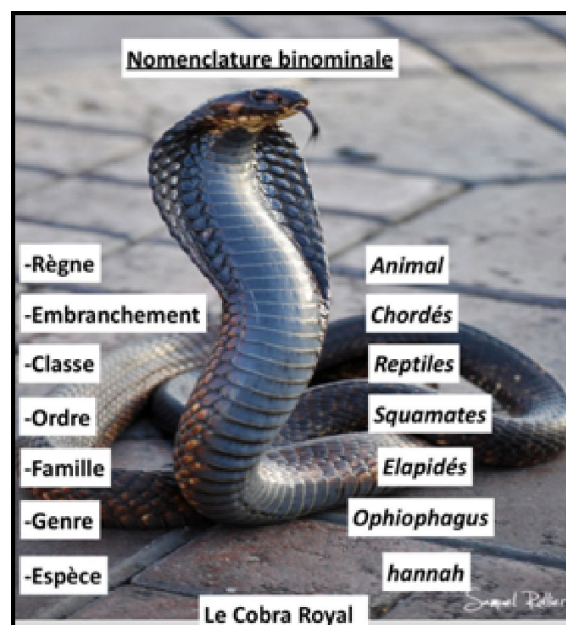
De tout temps on a essayé, en plus de faire un inventaire, de classer ces animaux dans un but pratique, d'ordre médical, d'ordre écologique ou d'ordre culinaire par exemple ; « est-ce que ce végétal, cet animal est comestible ou pas », « est-ce que cet animal est venimeux ou pas ». Il s'agit donc de **notions d'interactions** qui ont fait qu'au final, on a été amené à classer de plus en plus les animaux de manière à comprendre comment s'articule cette diversité.

Il existe donc une science qui s'appelle la **systématique** (qui est une UE alternative du second semestre) ; c'est la **science de la classification** qui permet de donner les règles de la classification. Un grand nombre d'hypothèses ont été émises et des rangs ont donc été érigés afin de permettre, de manière très très précise, d'organiser les animaux entre eux. Ces rangs sont les suivants, avec **règne, embranchements, classes, ordres, familles, genres et espèces**.

Ici, on va voir un exemple avec un animal reconnaissable, le cobra royal, mais ce qu'il faut retenir c'est que la **base de cette classification c'est l'espèce**. L'espèce c'est l'ensemble des individus qui sont semblables en différents points, qui sont capables de se reproduire entre eux et dont la descendance est fertile (il s'agit ici de la définition la plus commune de l'espèce).

Quelque chose qui n'est pas propre aux animaux mais commun à tous les êtres vivants, c'est qu'on leur donne un nom. La règle est appelée **nomenclature binominale** ; « nomenclature » c'est donner un nom et binominal veut dire qu'on se repose sur 2 éléments : le genre et l'espèce (c'est le nom scientifique). Cette nomenclature est encore utilisée de nos jours.

## 2-Exemple du cobra royal



Le « cobra royal » (nom vernaculaire ou commun) a pour nom scientifique « Ophiophagus hannah ». La règle pour donner ces noms-là est très aléatoire, ici Ophiophagus vient de « ophio » qui veut dire serpent et « phagus » qui veut dire manger, c'est un serpent qui attaque souvent les autres serpents pour s'en nourrir. Il s'agit vraiment d'une particularité de ce genre de serpents et c'est pour ça que le genre du cobra royal s'appelle comme ça (mais d'autres types de noms existent vu qu'il n'y a pas de loi fixée là dessus).

La nomenclature binominale est très importante vu que c'est là-dessus qu'on va se reposer pour reconnaître et nommer les animaux. **Certains animaux nécessitent de connaître leurs noms de genre et d'espèces et pour la grande majorité il faudra connaître le nom et le vocabulaire associés aux animaux.**

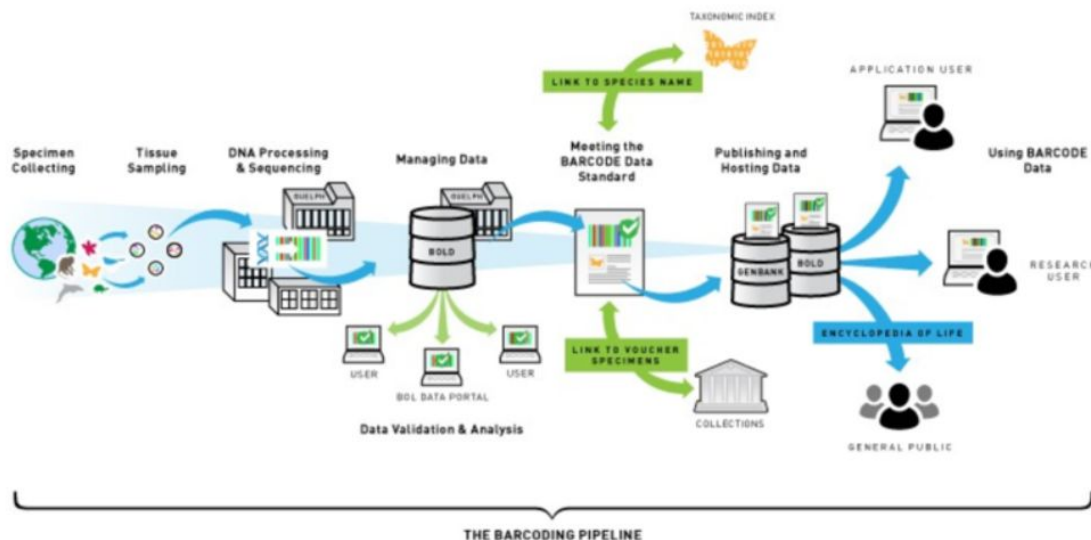
### 3-Différentes classifications

Un des axes pour essayer de comprendre comment fonctionne la biologie animale, c'est de **voir l'évolution qu'ont pu suivre ces animaux**. On ne parlera pas ici de la théorie de l'évolution mais on va établir un catalogue de ces animaux et on verra que certains animaux ont des traits qui les rendent plus adaptés par rapport aux animaux qui ne les ont pas ; c'est dans ce sens-là qu'on va parler d'évolution.

Ça va être par exemple l'apparition de nouveaux tissus, de nouveaux organes ou éventuellement de nouveaux membres et qui vont conférer des propriétés, des capacités particulières à ces animaux.

Pendant très longtemps on avait des classifications qui étaient basées sur l'observation des animaux, la morphologie, l'ultrastructure, comment ils étaient faits. On parlait notamment de **classification phylogénétique**, encore utilisée, c'est une classification dite **évolutionniste**, c'est à dire qu'on va tenir des éléments qui ont permis aux espèces d'acquérir de nouvelles propriétés.

On a cependant de nouveaux éléments depuis une vingtaine d'années, qu'on appelle « **le code barre de la vie** » qui est cette fois **basé** non plus sur des arguments morphologiques de reconnaissance macroscopique ou microscopique de ces animaux mais plutôt **sur les gènes** (niveau moléculaire). Le séquençage d'un organisme ne pose plus de problèmes et on peut tout séquencer de manière rapide et efficace, on peut avoir un catalogue de gènes des animaux et il y a même de nouveaux animaux, de nouvelles espèces qu'on peut directement séquencer.



Il y a donc un **projet mondial** qui consiste à séquencer tout ce qui existe sur Terre et d'essayer d'en comprendre les ressemblances et les différences de manière à établir une classification, ce qui fait que chaque individu aurait son code barre, tous différents les uns des autres avec des spécificités mais avec aussi des choses qui nous rassemble. Cela permet donc d'établir une **nouvelle classification plus moléculaire**.

Sur cette image, on a tous les êtres vivants présents sur Terre. Un grand nombre de laboratoires participent de par le monde qui vont séquencer ces animaux là. Certains organismes vont centraliser ces informations, qui vont établir des collections de ces données de séquençage et on aura aussi des chercheurs qui vont essayer de comprendre et d'interpréter ces résultats pour essayer de construire cette classification. Il s'agit d'un projet très intéressant et collaboratif qui permet via des moyens modernes de proposer des nouvelles classifications.

Les **premières classifications datent de Linné**, il a proposé ses classifications en 1758 avec son ouvrage majeur qui a permis de codifier vraiment la hiérarchie du vivant. Quand on regarde ce triangle inversé on se rend compte que du temps de Linné, étaient représentés majoritairement les animaux macroscopiques (visibles à l'œil nu), le microscopique était vraiment très, très sous-évalué. Puis avec l'invention du microscope et la découverte des micro-organismes, il y a eu une **inversion totale** de ce triangle avec maintenant tout ce monde microscopique qui écrase en terme de nombre d'individus, de nombre d'espèces les animaux macroscopiques.



Ainsi, juste par l'invention d'un outil d'observation qui a été le microscope entre autres, on a inversé complètement la notion de diversité et le catalogue du vivant. Les nouvelles technologies permettent souvent des révolutions, d'aller contre les dogmes qui étaient établis, des idées reçues et des certitudes qu'on avait. C'est quelque chose d'extrêmement intéressant et qui arrive régulièrement et encore maintenant avec des nouvelles technologies qui permettent des révolutions dans la compréhension du vivant.

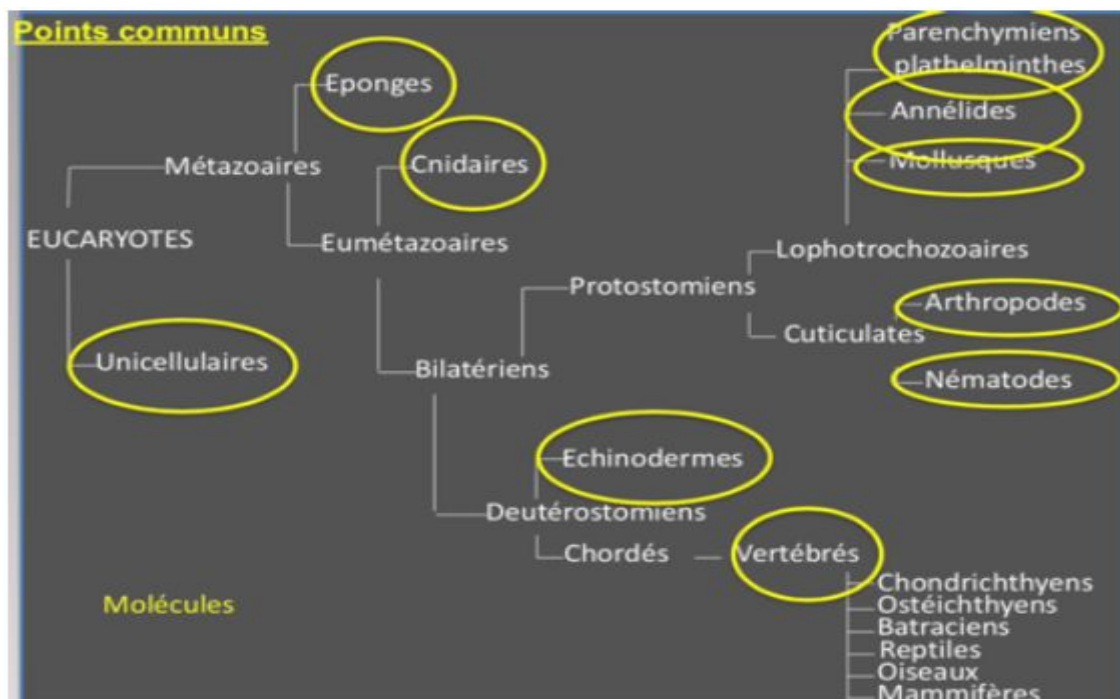


#### 4-Les arbres de classification

Il y a un arbre qui est à connaître et qu'il faut savoir reconstruire à la fin de l'enseignement. C'est un arbre de classification très simple et qui va permettre de synthétiser l'organisation du vivant. Quand on regarde cet arbre là (qui est dans le polycopié et dont on va se servir en TP) on voit qu'il y a une certaine logique de construction ; on va se baser sur les eucaryotes (et pas du tout parler des procaryotes dans ce cours). Il y a **2 grands groupes, les unicellulaires et les métazoaires** (plusieurs cellules) et on va avoir petit à petit des animaux qu'on va décrire et on va comprendre comment certaines espèces ont acquis ou au contraire perdu des capacités ce qui leur a permis d'en développer d'autres au fur et à mesure de l'évolution dans cet arbre.

Notamment, il y a donc plusieurs taxons qui nous intéressent (**un taxon étant en fait une position dans l'arbre, un groupe d'animaux**) notamment dans les **Bilatériens** sur lesquels on va passer du temps car il y a tout un tas d'animaux avec lesquels on interagit quasiment quotidiennement.

On rappelle qu'un des objectifs du cours est d'avoir *in fine* une vision synthétique de ce dernier et de réaliser que la plupart de ces animaux ont des éléments en commun, comme représenté dans cette **version du tableau avec écrit « molécules »** puisque dans chaque taxon entouré, il y a des molécules qui ont été découvertes et qui ont pu avoir un impact soit pour soigner l'Homme ou des animaux ou éventuellement on a pu découvrir des molécules qui ont permis de faire avancer la recherche fondamentale, la connaissance du vivant.



On pourrait avoir pour chacun des taxons écrits des exemples de molécules qui ont été découvertes (c'est pour ça qu'on utilise les **Éponges en pharmacie** par exemple, car elles sont **très étudiées** notamment pour trouver des molécules actives qui peuvent servir en thérapie).

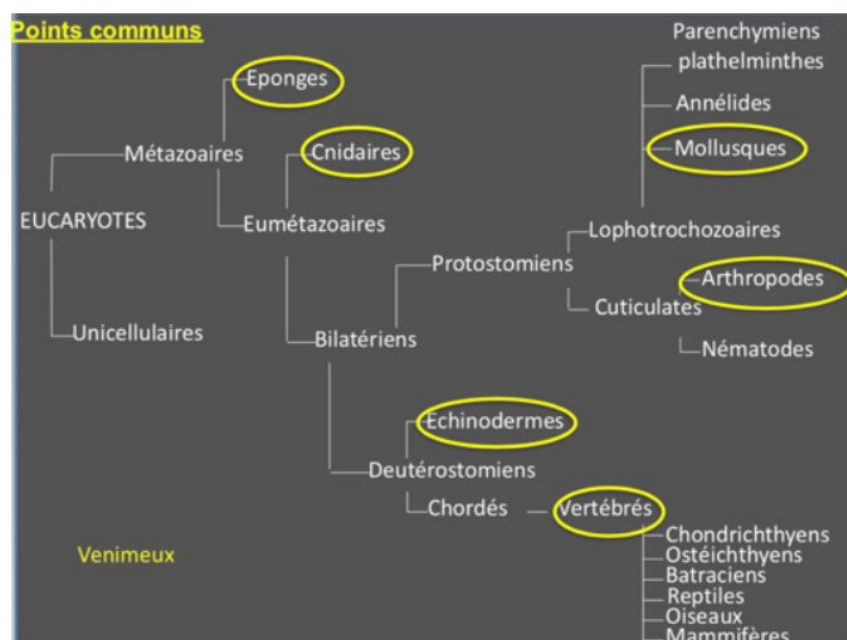
Autre exemple, **dans cet arbre il y a tout un tas d'organismes qui peuvent être parasites**, c'est ce qui est représenté ici ; à chaque taxon entouré on va trouver des parasites. On a parmi les unicellulaires, parmi les organismes microscopiques, des animaux parasites mais aussi dans les Vers, les Arthropodes. Certains sont probablement connus mais sans savoir à quoi ils correspondent précisément ; comme le vers solitaire, ou encore le *Plasmodium falciparum* (paludisme) ou même la mouche tsé-tsé.

La **fonction venimeuse aussi est très intéressante** et retrouvée chez différents types d'animaux (certains très communs) par exemple dans notre région l'été, il y a des contacts avec des **méduses (Cnidaires)** et donc on va comprendre dans ce cours pourquoi quand on rentre en contact avec une méduse on va développer des signes précis, quelle est la fonction chez la méduse qui lui permet de réaliser ça. Il y a aussi **certaines Éponges**, certains **Mollusques** qui sont **mortels** (capables de tuer un Homme en quelques minutes avec une action neurotoxique).

Les **Arthropodes** tels les abeilles, les frelons ou les guêpes possèdent aussi ces capacités donc on va essayer de comprendre comment ça fonctionne, comment on les reconnaît et en quoi ces animaux peuvent être potentiellement dangereux.

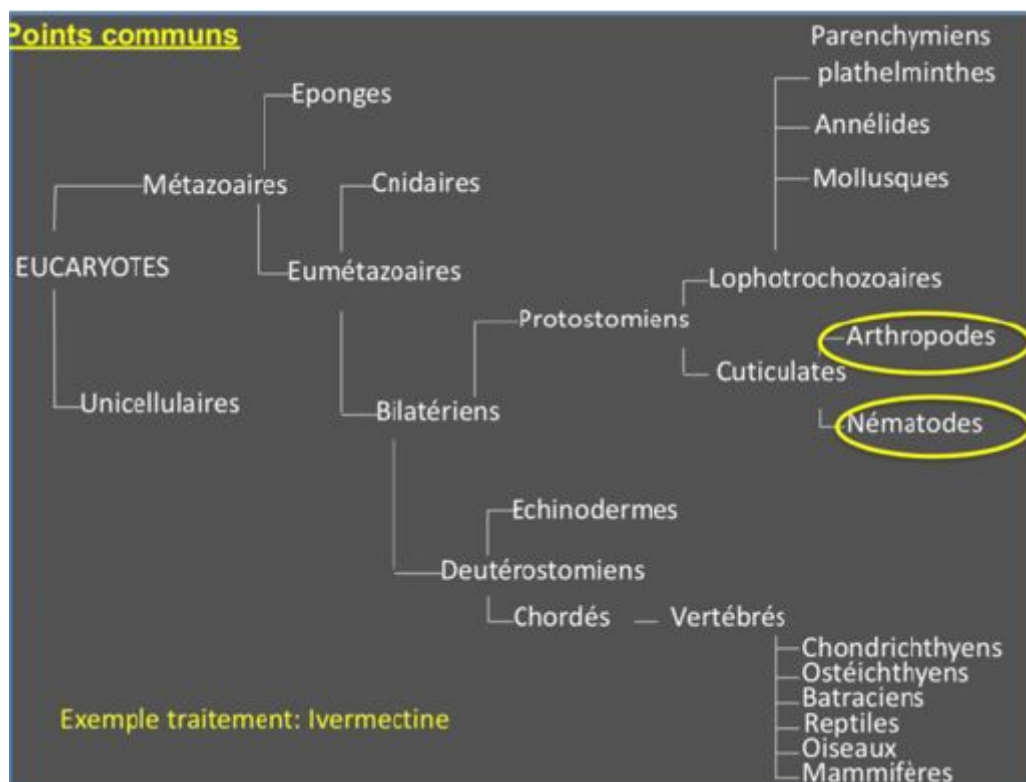
Enfin, parmi les vertébrés on va s'intéresser aux **Batraciens**, certaines grenouilles étant venimeuses et surtout on développera les **Reptiles** qui ont un certain intérêt notamment parce qu'on a ici une faune naturelle de reptiles qui peuvent être venimeux ou non.

Depuis le confinement on se rend compte qu'il y a eu beaucoup plus de rencontres avec ces animaux là qu'auparavant car il y a de plus en plus d'espèces qui sont importées sur notre territoire (à cause de modes qui consistent en l'élevage d'animaux exotiques et surtout de serpents exotiques qui sont pourtant très dangereux et qui peuvent provoquer des accidents (qui sont de plus en plus nombreux)).

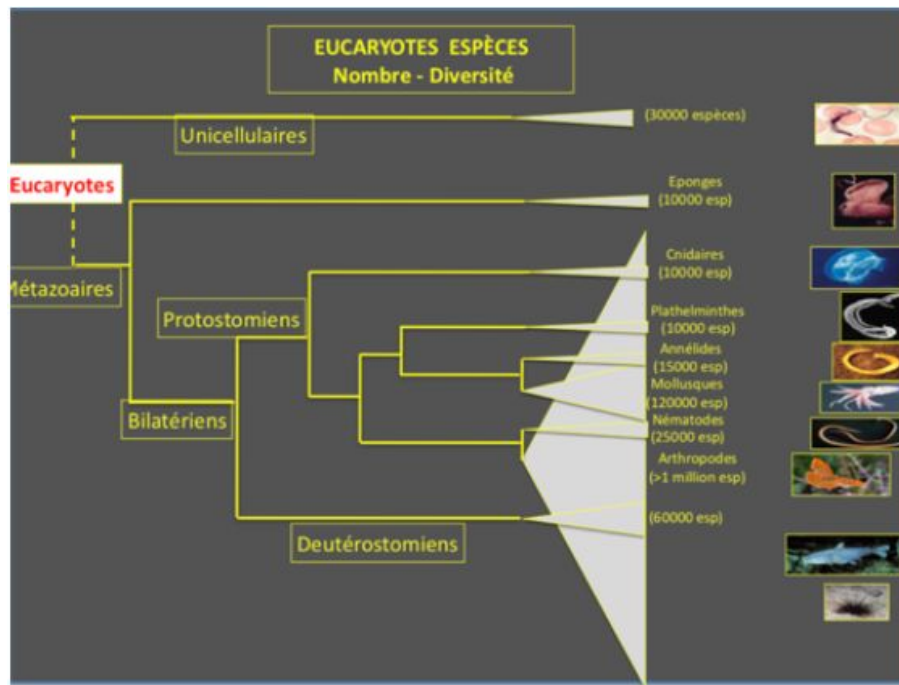


Un dernier élément qui va concerner ceux travaillant dans le **développement de nouvelles molécules, nouveaux traitements ou médicaments** (pas évident, peu de nouvelles molécules présentes sur le marché et proposées en thérapeutique) car le fait de connaître cet arbre et les relations entre ces différents animaux peut permettre d'utiliser des molécules avec des spectres relativement larges. Exemple de l'Ivermectine qui a été étudiée et découverte pour le traitement de certains vers ronds (Nématodes) ce qui a valu le prix Nobel aux chercheurs l'ayant découverte.

Il faut savoir que l'Ivermectine est depuis utilisée pour traiter aussi certaines parasitoses dues à des Arthropodes et notamment le traitement de la galle ou, dans certains pays, des Poux, réalisé par une simple prise orale d'Ivermectine.



On verra donc que des vers ronds et des Arthropodes, pourtant **relativement éloignés en termes de physique, sont relativement proches sur cet arbre phylogénétique**. Cela veut dire qu'ils partagent certaines choses en commun parmi lesquelles des cibles qui peuvent être utilisées pour les tuer et s'en débarrasser (cette notion est donc très importante).



Quand on regarde en terme de nombre et de diversité des espèces qu'on a sur cet arbre simplifié avec la taille des triangles qui est proportionnelle au nombre d'espèces contenues, la première chose qu'on doit retenir c'est que de manière écrasante, ce sont les **Arthropodes qui dominant** (plus d'**1 million d'espèces différentes** sur Terre) ce qui fait que la Terre est beaucoup plus un monde d'Arthropodes qu'un monde d'humains ou même de mammifères puisque **nous faisons partie des Deutérostomiens** avec à peu près 60 000 espèces, ce qui est ridicule comparé à la diversité des Arthropodes.

Cependant en termes de connaissance il y a un très grand nombre d'Arthropodes encore non étudiés, et on en découvre encore chaque année. Le **deuxième groupe** le plus représenté est celui des **Mollusques**, 120 000 espèces (quasiment un facteur 10 entre les 2). Pour les autres on va être en 10, 20, 30 000 voire 60 000 en fonction des groupes.

### III-Généralités sur les unicellulaires

Dans l'inventaire actuel, on estime qu'on a à peu près 30 000 espèces qui ont été recensées. Un **unicellulaire est doué de totipotence**, la cellule est un organisme à part entière capable d'assurer ses fonctions vitales qui vont être de se nourrir, de se reproduire, éventuellement de se déplacer. Toutes ces fonctions sont au sein d'une seule cellule alors que chez les métazoaires (pluricellulaires) elles vont être assurées par des organes particuliers.

La plupart des unicellulaires sont de petite taille, voire microscopique (identification en TP, pas forcément très simple de les observer au microscope, il faut les trouver). Il y a un vocabulaire spécifique aux unicellulaires, en terme d'évolution, de vie de ces animaux là, on dit qu'ils ont un cycle évolutif ; donc ces cellules peuvent passer par différentes formes.

On peut avoir une **forme dite végétative ou « trophozoïte »**: ce sont des formes très sensibles, fragiles et qui correspondent à la cellule sous sa forme active (division, métabolisme sous forme actif, éventuellement rôle pathogène si on a affaire à un parasite)

et dans certains cas on peut avoir une **autre forme cellulaire** qu'on appelle le « **kyste** ». Attention, les formes de kyste peuvent revêtir différentes définitions en fonction du domaine auquel on s'adresse mais ici le kyste reste une cellule, mais un peu particulière car capable de résister à des conditions de vie très défavorables et pour des périodes plus ou moins longues. Certains unicellulaires n'existent que sous forme végétative d'autres peuvent alterner entre ces deux formes.

Ces **unicellulaires peuvent être retrouvés dans tous les milieux** ; dans la terre, le sol, l'eau de mer ou l'eau douce mais aussi dans des milieux biologiques comme le sang ou d'autres endroits du corps humains par exemple (tout un tas de tropismes qui peuvent être colonisés par les unicellulaires).

## A - Modes de vies

On considère qu'il y a 4 grands modes de vie :

- La **saprotrophie** ou **mode de vie libre** ; on a des organismes unicellulaires qui sont capables d'évoluer dans des eaux stagnantes par exemple et qui vont se nourrir de matière organique en décomposition. C'est le cas des paramécies qu'on étudiera plus tard (expérience facile à faire avec un microscope, on prend un morceau de salade qu'on laisse pourrir une semaine dans l'eau et qui va se décomposer. Si on prélève de cette eau et qu'on l'analyse au microscope, on va voir des éléments qui bougent d'assez grosse taille : les paramécies) et qui sont très fréquentes, présentes vraiment partout et absolument pas dangereux mais qui participe à la destruction, la décomposition de certaines matières.

Il y aussi **3 différents types de symbiose** (définition un peu moderne) :

- Le **mutualisme**, qui suit la définition la plus courante de la symbiose, avec une **association qui est bénéfique** et qui va profiter simultanément à 2 individus associés l'un avec l'autre. Plusieurs exemples ; dans l'intestin des ruminants (comme les vaches), présence d'unicellulaires qui les aident à la digestion, ou l'exemple des termites (importantes et qu'on verra plus tard car touchent certaines régions, il faut donc savoir les reconnaître et comment elles fonctionnent) qui renferment des unicellulaires qui leurs permettent de dégrader le bois qu'elles ingèrent (les termites en elles-mêmes ne pouvant pas le faire, ce sont des protozoaires, des unicellulaires qui s'en occupent et qui en échange ont un environnement favorable et sont nourris grâce aux termites).
- Le **commensalisme**, colonisation d'un animal (ou individu) par un autre animal (ou individu). Le colonisateur tire le bénéfice mais il n'y a pas de préjudices pour l'animal colonisé. Donc, il y a une **association entre 2 individus, bénéfique pour l'un et neutre pour l'autre**. Exemple des amibes présentes dans notre intestin, des organismes unicellulaires qui ne nous apportent rien mais qui se nourrissent de certains éléments nutritifs présents dans notre système digestif.

- Le **parasitisme**, association soit temporaire soit permanente entre 2 individus mais qui ne va profiter qu'au **parasite qui va se développer aux dépens de son hôte**.

Notion du « aux dépens » la plus importante car définit le parasitisme, ce qui fait qu'on va voir des exemples d'unicellulaires se développant chez l'Homme ou l'animal et pouvant entraîner des symptômes, des maladies qui peuvent aller jusqu'à la mort de l'hôte dans certains cas si non traités ou éliminés. Exemple du paludisme sur lequel on reviendra plus tard.

## B-Mobilité et nutrition

Certains de ces organismes peuvent se déplacer : par exemple avec des **pseudopodes**, qui sont des déformations de la membrane plasmique. On assiste presque à une **reptation** (en se déformant, la cellule se déplace).

Certains organismes utilisent des **structures plus complexes**, par exemple des **flagelles** (il peut y en avoir un seul ou plusieurs, ils sont généralement assez complexes et gros). On a aussi des **cils** (plus petits et plus nombreux)  
Selon les organismes, différentes évolutions sont apparues.

En ce qui concerne la **nutrition**, les organismes unicellulaires sont **hétérotrophes**, incapables de synthétiser leur propre matière organique. Ils doivent la récupérer dans le milieu. On a deux principaux types de nutrition utilisés :

**L'Osmotrophie** : Les organismes concernés sont osmotrophes. On a une simple **diffusion** des nutriments à travers la membrane plasmique (exemple du glucose qui diffuse à travers la membrane)

La **Phagotrophie** : Les organismes concernés sont phagotrophes. Ce procédé est plus complexe : l'élément nutritif est entouré par une déformation membranaire, puis internalisé et digéré.

Ce sont globalement les deux types de nutrition observés chez les unicellulaires.

## C-Reproduction et enkystement

En termes de reproduction, il existe pour les unicellulaires plusieurs possibilités, assez diversifiées :

### Deux grands modes de reproduction :

**Asexuée** : Une seule cellule va donner deux cellules filles, opposée à la reproduction sexuée.

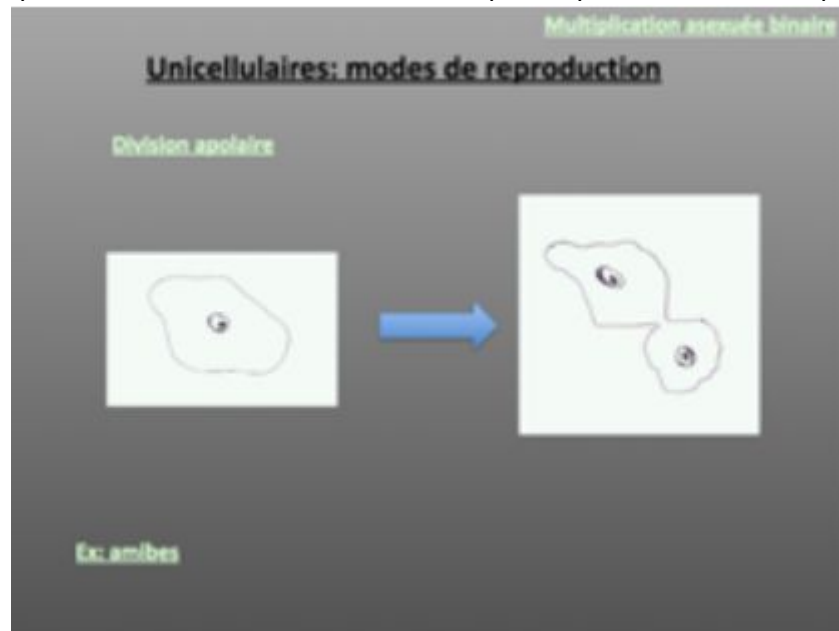
**Sexuée** : Union d'une cellule mâle et d'une cellule femelle.

Certaines espèces ne se développeront que sous forme asexuée ou sexuée, d'autres pourront utiliser les deux.

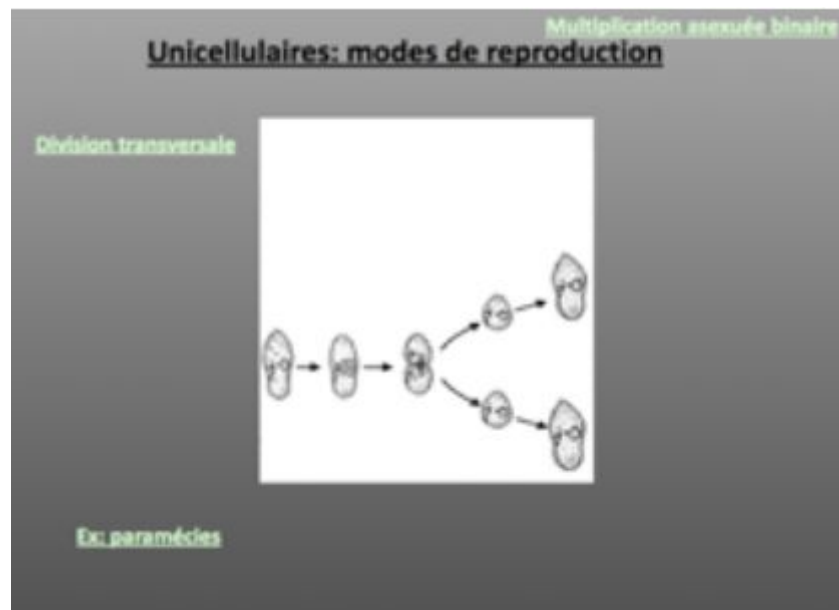
Le mode **asexué est le plus répandu**, il y a différentes possibilités :

La division asexuée binaire, une cellule mère donne deux cellules filles.

-**Binaire apolaire** : La division n'est pas polarisée par rapport à la cellule, pas d'orientation particulière de celle-ci, se fait à n'importe quel endroit. Exemple des amibes.



-**Binaire polaire** : Concerne des cellules qui ont une forme orientée bien définie, la division ne se fait pas au hasard : **transversal ou longitudinal**. Exemple des paramécies, subissent une division transversale.



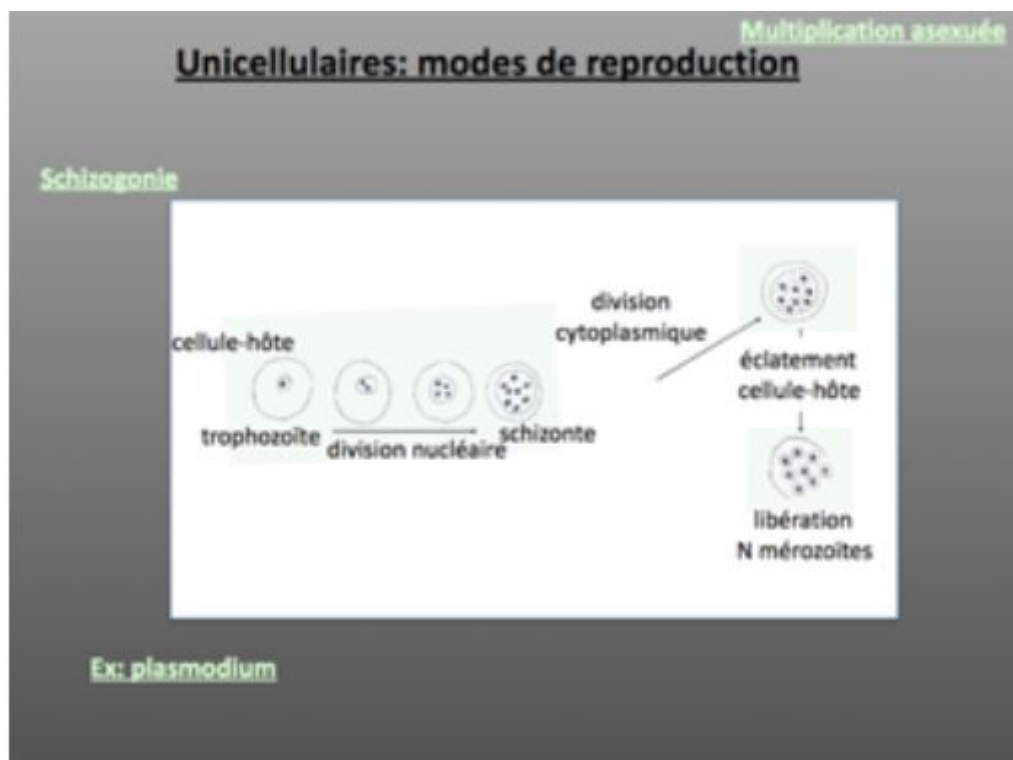
Exemple des Trypanosomes (sa spécialité d'étude) : on assiste à une division longitudinale, selon l'axe éponyme.



-Cas particulier de la **Schizogonie** : La cellule mère contient un cytoplasme qui contient un noyau, le noyau se multiplie : on obtient plusieurs noyaux dans une seule cellule, puis les noyaux s'individualisent. (Un exemple de division par schizogonie est le plasmodium, agent responsable du paludisme : Son cycle de vie est complexe, cet organisme est intracellulaire et se développe dans les globules rouges.

Les noyaux se multiplient dans le cytoplasme, s'individualisent en s'entourant de celui-ci, ce qui donne naissance à des cellules filles.

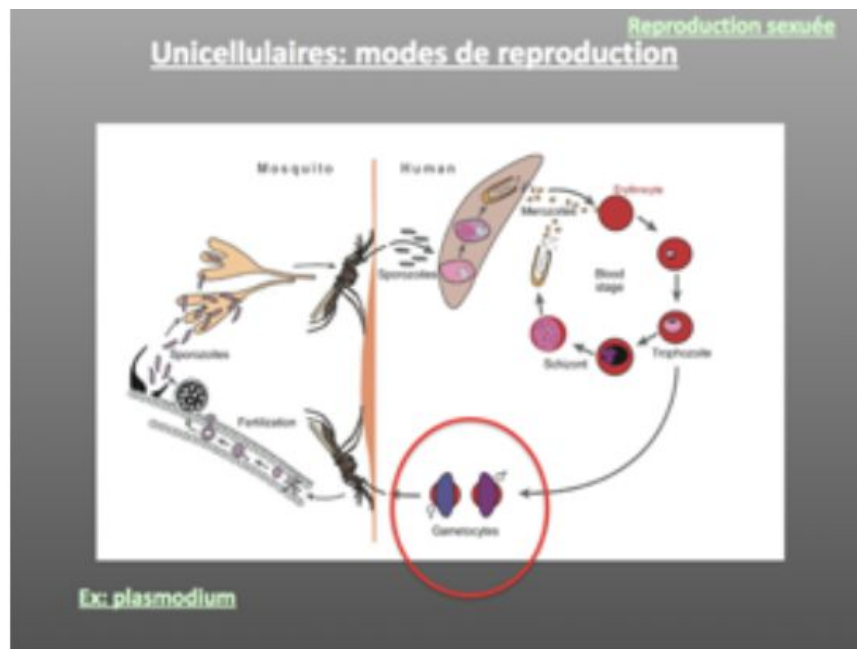
Autre exemple de reproduction sexuée chez les parasites : On retrouve le paludisme.





Le système particulièrement touché est le système sanguin, les globules rouges étant utilisés par le parasite pour se reproduire. Certaines formes donnent parfois des gamètes mâles et femelles qui permettent la reproduction sexuée, mais pas dans le corps humain ! La fusion des gamètes a lieu dans le moustique (femelle), insecte vecteur, qui les absorbe lorsqu'il prend son repas.

Donc, chez le plasmodium, on assiste à la fois à une reproduction sexuée et asexuée.



Il existe différentes formes : On a par exemple la forme de kyste, structure adoptée par certaines espèces lorsque les conditions environnementales sont défavorables. Un enkystement a lieu, ce qui permet à la cellule de résister aux conditions difficiles dans l'attente de temps meilleurs.

#### IV-Exemples d'unicellulaires :

##### A-Alvéolobiontes

##### 1-Généralités

Décrivons quelques animaux. (Le choix est un peu arbitraire : on s'intéresse ici surtout aux organismes qui ont un intérêt.)

On a les **Alvéolobiontes** ciliés, qui ont des cils. (Ce groupe s'appelle ainsi car, sous la membrane plasmique de ses représentants, on retrouve un réseau de vésicules aplaties caractéristique : les alvéoles, qui servent notamment de réservoir de calcium.) On verra ici deux exemples : les **ciliés et apicomplexés**.

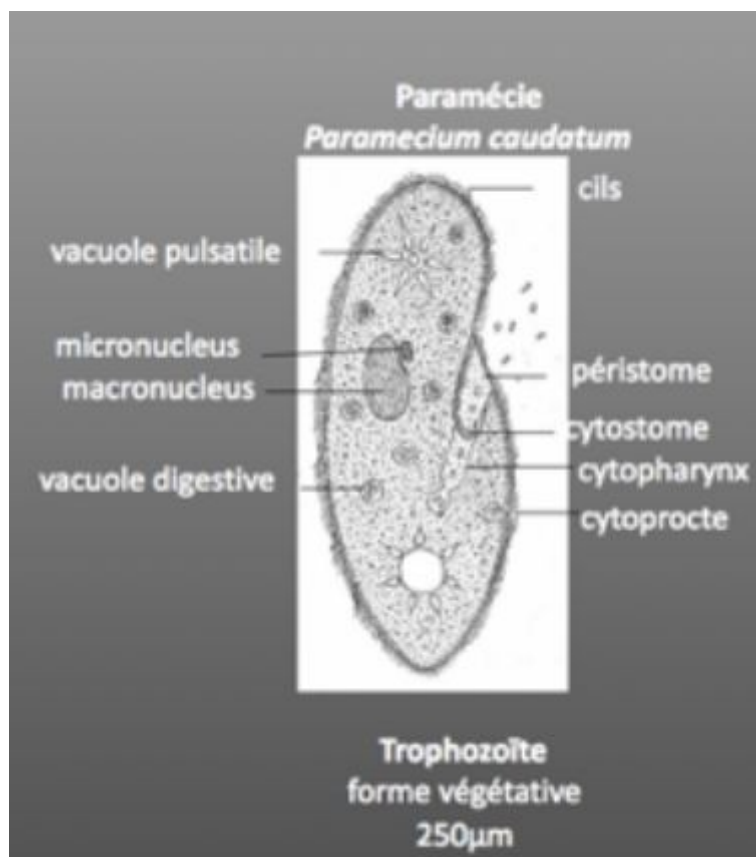
Alvéolobiontes Ciliés : Dans les unicellulaires, ce sont les cellules les plus complexes. On les appelle les « ciliées » car, à un moment de leur vie, elles ont des cils qui permettent le déplacement et l'apport de nutriment. C'est un groupe très diversifié.

## 2- Exemple du *Paramecium caudatum*



La paramécie (***Paramecium caudatum***, dans les mares) et ***Balantidium coli*** (parasite, dans l'intestin de l'Homme entre autres animaux, provoque des diarrhées importantes).

La forme libre de la paramécie est la **forme végétative**, ou forme de trophozoïte (elles n'existent que sous cette forme, il n'y a pas de kystes). Ces microorganismes ont une assez grande taille, qui va jusqu'à **250 microns** (Pour comparer, un globule rouge mesure environ 7-8 microns)



On voit ici que les cils entourent la cellule. Ils sont nombreux, très compacts.

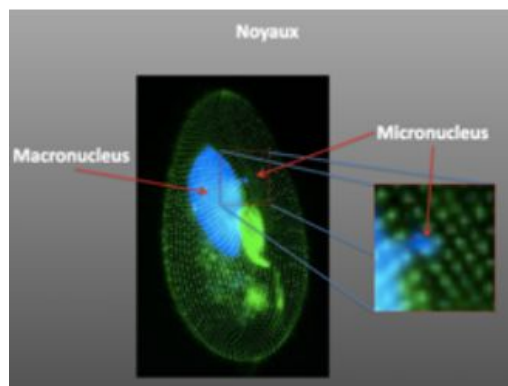
Certains cils permettent d'intégrer des nutriments, d'autres de déplacer la cellule. On a des structures qui ressemblent à un système digestif très rudimentaire : ouverture en entonnoir : péristome, au bout, le **cytosome** (orifice ressemblant à une bouche), en prolongement, le **cytopharynx**, un tube qui prolonge le cytostome. A partir de là, on a des vésicules de digestion, puis le **cytoprocte** évacue les déchets. (Analogie du système digestif : bouche, intestin, anus)

Cette **paramécie** évolue dans l'eau douce. Or lorsqu'on met une cellule, par exemple un globule rouge : la pression osmotique la fait éclater en faisant rentrer l'eau. Cependant, la paramécie a un système de **vacuoles pulsatiles** qui expulsent l'eau, **évitant ainsi le choc osmotique**.

A chaque pôle de la cellule, on voit ces vacuoles. Sans elles, la cellule explose. On a donc une certaine complexité.

Cette cellule a deux noyaux : le **Macronucleus et micronucleus** : Macronucleus sert aux fonctions cellulaires de base (ex gènes de ménages, métabolisme...) et le Micronucleus sert de façon plus sporadique (contient les gènes de reproduction de cet organisme)

Cette image en fluorescence, dans laquelle on a utilisé des marqueurs différents selon les structures ciblées, montre le macronucleus et le micronucleus :



Cette cellule peut réagir à beaucoup de conditions, dont des lésions.

Les paramécies effectuent une **division transversale**, elles ont aussi une particularité : elles **peuvent réaliser une conjugaison** : 2 paramécies communiquent entre elles et partagent leur matériel génétique, ce qui favorise brassage des gènes (existe aussi en bactériologie). Ce n'est cependant **pas un mode de reproduction**.

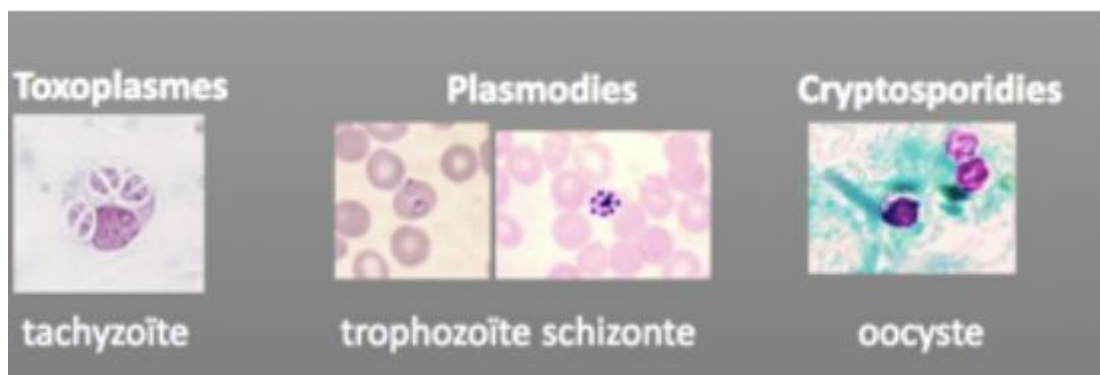
Les paramécies sont très étudiées : dans les noyaux spécifiques, certains gènes sont retrouvés chez l'Homme, sans que l'on connaisse leur utilité. Il est plus éthique, et plus simple, de les étudier chez les paramécies.

Des études sur les **communications** de ces organismes **par moyens non moléculaires**, par exemple **la lumière**, via des variations de champs magnétiques. Les anciens téléphones émettent beaucoup d'ondes, ce qui selon le prof pouvait être dangereux. Ce téléphone impactait la culture de paramécies à côté (Les divisions diminuaient, métabolisme était modifié...Selon le professeur, cela pourrait potentiellement être extrapolé à l'Homme. Il est cependant dur d'étudier ça, on n'a pas prouvé l'existence de communications de ce genre chez l'Homme. Cette expérience montre en soi juste la perturbation par le champ magnétique. Cependant, une autre étude a été réalisée avec un échantillon dans le noir et un éclairé, et les résultats semblaient suggérer une communication de nature autre que chimique. Ce sont là des démarches empiriques, on essaye d'expliquer ce qu'on ne comprend pas.

Si les observations ont été bien faites, les conclusions peuvent être intéressantes. Cependant ce genre d'études est bien plus complexe à réaliser chez l'Homme, qui est plus complexe, et qui n'est pas uniquement composé de cellules humaines à proprement parler (on a beaucoup de bactéries entre autres). Ce sera peut-être notre rôle de nous y intéresser.

### 3-Alvéolobionte apicomplexé et Plasmodium falciparum

Un autre taxon important est celui des **Apicomplexés**. On y retrouve beaucoup d'organismes.

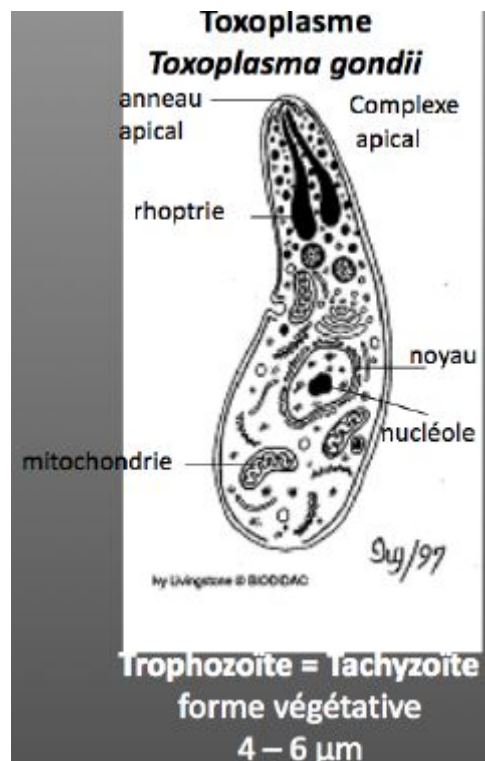


Ce sont des parasites, qui ont un impact important en santé humaine. Ces apicomplexés n'ont **pas d'organes locomoteurs** différenciés, pas de cils : ils sont surtout intracellulaires ; ils ont donc besoin d'un hôte pour se développer. On a plusieurs exemples. Ces cellules se nourrissent par **osmotrophie**. Elles se reproduisent à la fois par voie asexuée et sexuée. Ces organismes, le plus souvent des parasites donc, auront des cycles évolutifs plus ou moins complexes selon l'espèce. Plusieurs exemples :

Le toxoplasme, qui cause la toxoplasmose (c'est un apicomplexé), les plasmodies, Cryptosporidium (qui est aussi un apicomplexé), c'est un parasite intestinal de plus en plus important dans les pays sous-développés et plus avancés.

Maintenant, on change d'échelle :

Les Trophozoïtes sont nommés tachyzoïtes chez le toxoplasme, de quatre à six microns. Ce sont des cellules de quatre à six microns :



Les globules rouges peuvent être parasités par des plasmodies d'à peu près 2 microns. Cette petite taille leur permet de se développer dans les cellules hôtes. Les toxoplasmes peuvent infecter TOUTES les cellules nucléées du corps humain. Les plasmodies, quant à elles, n'infectent que les globules rouges, et les cryptosporidies n'infectent que les cellules intestinales. Ces êtres sont nommés apicomplexés car ils possèdent un complexe apical, une structure un peu particulière à l'un des pôles de la cellule. (On n'entre pas dans les détails)

A RETENIR, Y COMPRIS LE NOM SCIENTIFIQUE : *Plasmodium falciparum*, responsable de la forme du paludisme mortelle pour l'Homme (5 espèces qui provoquent des maladies chez l'Homme, c'est la seule qui est mortelle). On a deux hôtes : l'Homme et l'Insecte vecteur (Moustique qui est hématophage, seules les femelles piquent car elles en ont besoin pour pondre, les mâles prennent plutôt du pollen.)

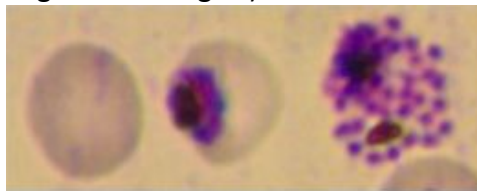
Les formes sporozoïtes entrées lors du repas du moustique contaminé sont transportées par le sang vers le premier organe qui filtre celui-ci : le foie. Ici, certaines cellules sont parasitées transitoirement et donnent des Mérozoïtes, qui vont dans la circulation sanguine. Cette forme dure quelques jours, après lesquels le parasite rentre dans les globules rouges. C'est ce qui sera responsable des symptômes du paludisme : ils s'y développent par schizogonie, et à chaque relargage, le globule rouge éclate. Donc l'un des symptômes classiques du paludisme est l'anémie. Parfois, un trophozoïte donne des gamètes. Seules ces formes résistent au système digestif de l'insecte vecteur, et donc permettent la reproduction. Au prochain repas, la personne piquée sera contaminée par injection des sporozoïtes ainsi créés.

Le moustique vecteur du paludisme est l'anophèle femelle (en 6ème année, on apprendra à les reconnaître) :

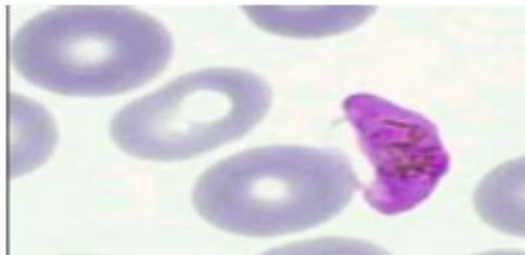


Sur un frottis sanguin coloré, on peut observer le parasite.

On voit ici un globule rouge sain et deux parasites, des trophozoïtes, puis un schizonte (15-20 cellules filles sont générées à partir d'une cellule comme ça, elles vont ensuite aller infecter d'autres globules rouges.)



Le gamétocyste a une forme de faucille, ce qui a donné le nom (falciparum) du parasite.



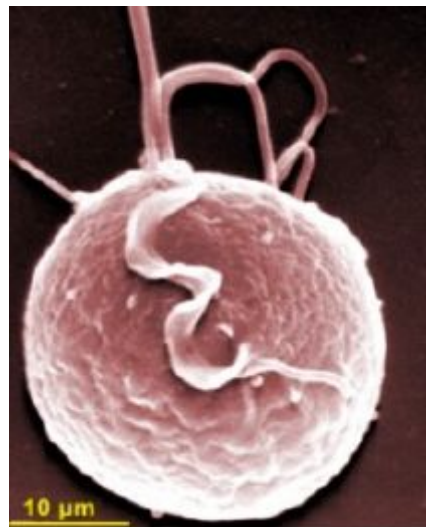
## B-Parabasalien

Un autre taxon : les **Parabasalien**.

On les reconnaît grâce à une **structure cytoplasmique spécifique** : le **corps parabasal**, fibres associées au golgi. Ce sont des organismes qui forment **uniquement un trophozoïte**, qui se nourrissent par **osmose**, se multiplient par **division binaire**. Ce sont **soit des parasites, soit des symbiontes** (exemple du symbionte des termites).

Ex de parasite : *Trichomonas vaginalis*, qui cause la trichomonose urogénitale (« bruyante » chez les femmes, inaperçue chez les hommes). Les trophozoïtes mesurent entre 10 et 30 microns, **plus gros que les apicomplexés**. Ce parasite vit dans la lumière du tractus urogénital : il est « **cavitaire** ». Il a structures particulières : quatre flagelles antérieures, libres, et un flagelle postérieur maintenu au contact avec le corps de la cellule par une membrane ondulante qui fait la jonction entre les deux. (On reviendra sur cette reconnaissance en 4<sup>ème</sup> année) Le diagnostic se fait en collectant un prélèvement de sécrétions urogénitales. On regarde au microscope, et on recherche la présence du parasite. **Le diagnostic de certitude est réalisé en OBSERVANT l'organisme**, ce qui est **spécifique à la parasitologie** : pour les autres pathologies, on recherche des marqueurs, on réalise des PCR, des sérologies, on recherche des lésions spécifiques...

C'est une MST.

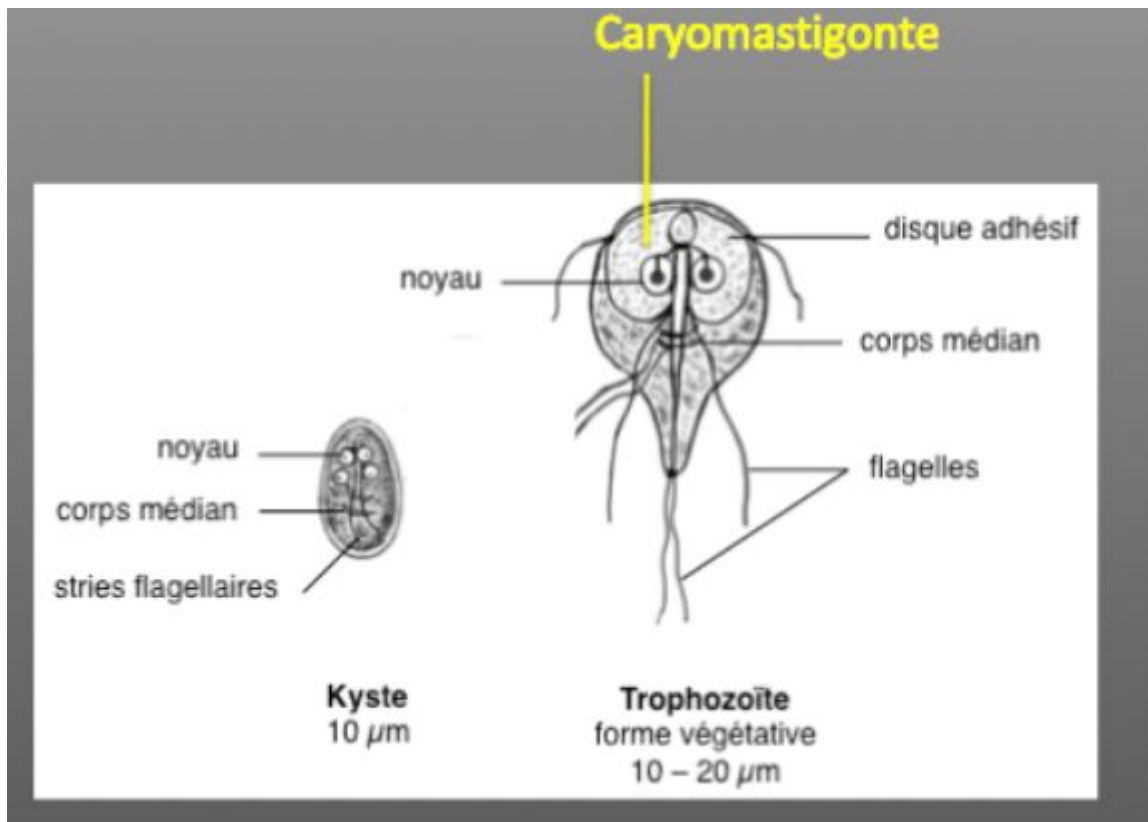


Cette représentation par Microscopie électronique montre le parasite : sa forme est très fragile, dès qu'on le fixe et colore, on perd des détails, c'est pourquoi on préfère les regarder frais et encore vivants.



## C-Métamonadines et Giardia intestinalis

Taxon des métamonadines : Giardia intestinalis, responsable de la giardiose.



Il est osmotrophe (comme les parasites vus précédemment), se divise selon une méthode binaire longitudinale, c'est un parasite très cosmopolite. Il est original dans le sens où il a deux formes : trophozoïte et kyste de résistance. Le trophozoïte a une forme de cerf-volant/poire. Il possède un disque adhésif, qui lui permet de se fixer à la paroi de l'intestin, dans sa lumière : ce parasite est cavitaire.

Ce parasite a quatre paires de flagelles postérieurs lui permettant de se déplacer. La forme trophozoïte se fixe dans muqueuse intestinale, la « ronge », ce qui provoque des douleurs abdominales, des diarrhées.

Le kyste est la forme de résistance et de dissémination. Les kystes sont en effet éliminés dans les selles, et donc retrouvés dans l'environnement. En France, le système sanitaire est performant. Ailleurs, ce n'est pas forcément le cas : on retrouve des déchets fécaux dans l'environnement, l'eau de boisson... Les kystes disséminés dans l'environnement contaminent d'autres personnes par ingestion. En France, 2-5% de la population est atteinte de giardiose : ce sont surtout des enfants (C'est une maladie très liée à l'Hygiène).

On peut cultiver ces parasites en laboratoire.

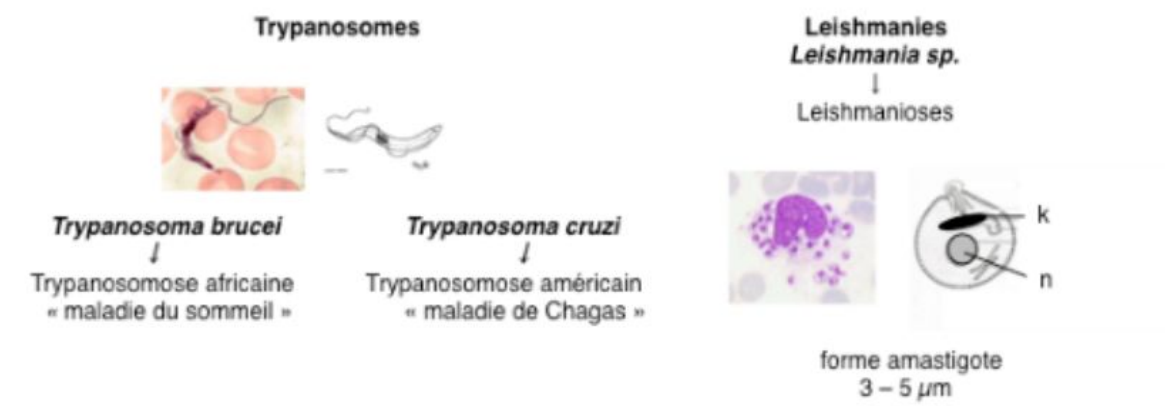


Si on observe un échantillon d'intestin infesté, on peut voir des giardias agrippées comme des ventouses à la muqueuse intestinales, qui « dialoguent » avec la cellule de l'hôte et lui envoient des molécules qui vont la ronger.

## D-Euglénobiontes kinétoplastidés

Le dernier taxon qui va nous intéresser est celui des euglénobiontes, et plus particulièrement celui des kinétoplastidées.

Les kinétoplastidées sont caractérisées par un **kinétoplaste**, un compartiment caractéristique qui **contient l'ADN mitochondrial de ces organismes sous forme très compactée**.

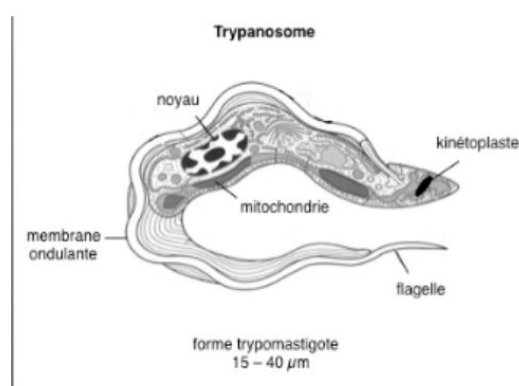


Différents types de parasites ici : on a les trypanosomes, *Trypanosoma brucei*, responsable de la maladie du sommeil (trypanosome africaine). On a aussi un autre parasite : *Trypanosoma cruzi*, en Amérique centrale ou du sud et non en Afrique, qui provoque la maladie de Chagas.

Il y a aussi dans ce taxon des *Leishmanies*, qui provoquent la Leishmaniose. Retrouvés sur le contour du bassin Méditerranéen, en France.

Ces organismes ont des cycles évolutifs très différents : les vecteurs et les hôtes (mammifères) varient beaucoup.

Les trypanosomes se ressemblent souvent beaucoup, contrairement aux leishmanies.



Ce sont des **cellules assez allongées**, avec un **flagelle unique le long de la cellule** lui permettant de se déplacer.

Il faut noter que **les trypanosomes ont une seule mitochondrie**, qui s'étend sur toute la cellule, contrairement à la plupart des organismes qui en ont beaucoup plus.

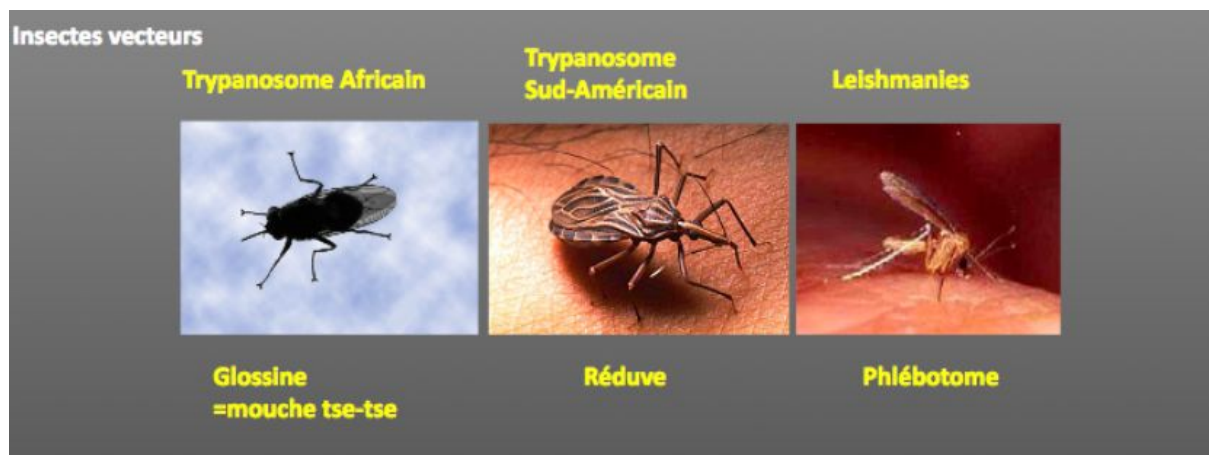
Exemples de trypanosomes : frottis sanguin coloré, le trypanosome africain évolue dans le sang, il est extracellulaire contrairement à d'autres. Le noyau est en bleu, idem pour le kinétoplaste au bout.

Les leishmanies (on n'entre pas dans les détails) ont des cycles très différents, des insectes vecteurs très divers.

Son proboscite permet à la **Mouche tsé tsé (Glossine)**, qui transmet le **trypanosome africain**, de piquer.

Pour la maladie de **Chagas**, le vecteur est une **punaise hématophage, le réduve**.

Les **leishmanies** sont quant à elles transmises par les **phlébotomes**, apparentés aux moustiques mais plus petits (retrouvés sur le pourtour du bassin méditerranéen).



Ce sont des **cycles hétéroxènes**, qui utilisent des **hôtes différents** : notamment l'Homme et un insecte (le vecteur).