

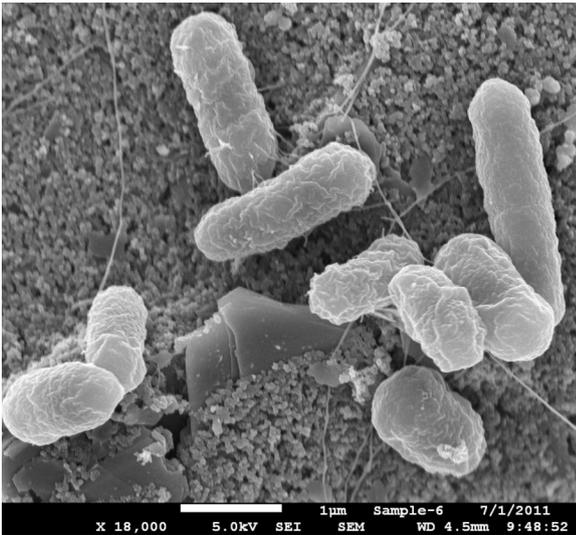
## Escherichia coli, eubactérie hétérotrophe commensale du tube digestif

*Escherichia coli* (écrite ensuite *E. Coli*) a déjà été étudiée en BCPST1.

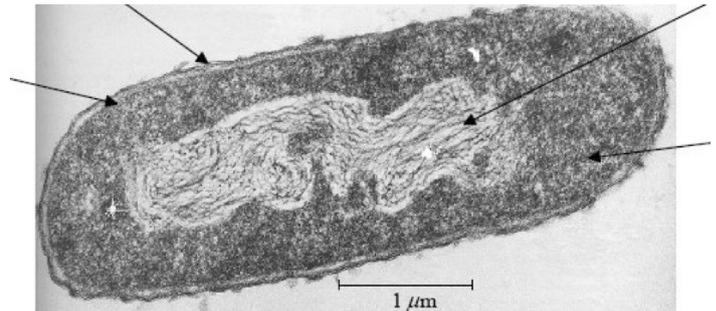
### Milieux de vie

*E. coli* vit normalement chez l'être humain, dans la lumière intestinale ; cette **entérobactérie** est l'un des principaux acteurs du **microbiote intestinal** -ensemble des micro-organismes occupant notre intestin dont la masse est estimée à 1,5 kg par individu- On peut aussi la trouver chez l'être humain au niveau de diverses muqueuses et dans l'intestin d'autres animaux. Elle peut proliférer dans l'environnement (aliments, sols, eaux) mais n'y survit pas longtemps ; sa présence dans ces milieux est le signe d'une contamination fécale récente.

### Organisation cellulaire



**Vue au MEB**



**Vue au MET**

*E. coli* est une bactérie en **forme de bâtonnet** = bacille, de 2 à 3 µm de long. C'est une bactérie colorée en rose par le test de Gram, c'est donc une **bactérie Gram-** : sa paroi comporte une couche de **peptidoglycane** surmontée d'une **membrane externe**. La cellule ne présente **pas de compartimentation**. L'unique **chromosome bactérien**, circulaire, se situe dans une zone fibreuse du cytoplasme : le **nucléotide**. Le cytoplasme est très riche en ribosomes.

### Mode de vie

*E. coli* utilise pour son métabolisme des nutriments (oses, acides aminés) issus de la digestion des aliments de l'hôte : c'est une bactérie **hétérotrophe**. En laboratoire, *E. coli* est facilement cultivée en boîte de Pétri sur milieu gélosé contenant des ions minéraux, du lactose (ou glucose) et des acides aminés. *E. coli* absorbe ses nutriments grâce à des transporteurs spécifiques de sa membrane plasmique : elle pratique donc l'**absorbotrophie**. Pour son catabolisme oxydatif, *E. coli* dispose d'une chaîne respiratoire portée par sa membrane plasmique. En présence d'O<sub>2</sub>, elle réalise une respiration aérobie. Si le dioxygène vient à manquer, elle peut réaliser une respiration anaérobie dont l'accepteur n'est plus l'O<sub>2</sub>, ce peut être l'ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (« respiration sur nitrate ») ou même une molécule organique comme le fumarate (« respiration sur fumarate »). C'est donc une **bactérie aérobie facultative**. Si aucun de ces accepteurs d'électrons n'est disponible, elle peut réaliser différentes fermentations par des voies cytosoliques en aval de la glycolyse.

*E. coli* est une **bactérie commensale** du tube digestif de l'homme, elle tire bénéfice de sa présence dans le tube digestif (milieu stable -pH, T-, riches en nutriments) sans que son hôte n'en soit affecté. La relation entre *E. coli* et son hôte peut aussi être considérée comme **sybiotique** puisqu'il y a des bénéfices réciproques : elle favorise l'absorption de la vitamine K par l'intestin et, avec d'autres bactéries, limite l'implantation d'espèces pathogènes comme *Salmonella*. Cependant elle peut elle-même devenir pathogène par production de toxines comme dans le cas de la « diarrhée du voyageur » qui conduit le malade à une perte d'eau et de sels minéraux ou quand elle franchit la barrière intestinale et envahit le milieu intérieur (péritonite). En milieu hospitalier, elle est responsable de certaines infections nosocomiales ; ces souches doivent ce pouvoir pathogène à leurs plasmides.

## Nitrobacter : une Eubactérie chimioautotrophe des sols

---

C'est un **bacille** gram – de 1 à 2µm de long, qui peut posséder des membranes internes. Certains peuvent aussi posséder des flagelles.

Nitrobacter se développe dans les milieux **oxygéné** où cette bactérie peut réaliser la **chimiosynthèse**.

C'est une bactérie **nitrifiante** : elle possède une chaîne de transport d'électron qui **oxyde les nitrites en nitrate** et réduit O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O.

C'est une bactérie **autotrophe** pour le carbone : L'énergie libérée par cette réaction permet de produire l'ATP et le NADH,H<sup>+</sup> utilisé par le cycle de Calvin pour fixer le CO<sub>2</sub>

Nitrobacter joue un rôle important dans le **cycle de l'azote**, lors de la seconde étape de la **nitrification**.

**Reproduction** : par bourgeonnement

**Habitat** : **sols**, présente aussi dans les eaux marines, douces et eaux usées, **bien aérés**.

**Classification** : Nitrobacter est une cousine des Rhizobium.

RQ : Chaîne de transport des électrons couplé au cycle de Calvin à connaître.



## Les levures : Eumycètes à vie libre

La levure de bière, *Saccharomyces cerevisiae* est un Eumycète unicellulaire utilisée par l'homme pour la fabrication de la bière, du vin et du pain, et comme complément alimentaire.

### Milieux de vie

*S. cerevisiae* se rencontre dans la nature sur les fruits en décomposition. Elle peut vivre également en milieu liquide, comme le moût de raisin. Au laboratoire, elle peut être cultivée sur milieu solide mais aussi en solution aqueuse.

### Organisation cellulaire au MO

Au fort grossissement du MO, *S. cerevisiae* se présente sous la forme d'une cellule ovoïde à sphérique de 5 µm de diamètre environ. La **paroi**, est formée essentiellement de **callose** (β 1-3 glucane), révélée par le bleu coton lactique qui la colore en bleu-vert, et d'une faible part de **chitine** ; elle contient aussi des protéines dont des enzymes de type hydrolases (invertase). Le cytoplasme montre des **vacuoles** colorées en rose par le rouge neutre et, hors des vacuoles, des inclusions de **glycogène** colorées en brun par l'eau iodée.

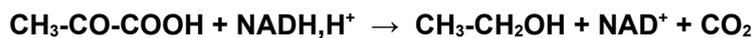


*Saccharomyces cerevisiae*, (MO x 1000)

### Mode de vie

*S. cerevisiae* est **hétérotrophe au carbone**. Elle se nourrit par **absorbotrophie**. Les nutriments osidiques qu'elle absorbe sont le glucose, le fructose, le mannose, le maltose, le galactose à un degré moindre. L'amidon n'est pas prélevé ; aucune amylase n'est sécrétée par la levure de bière. Le maltose que peut prélever la levure provient de l'hydrolyse de l'amidon par des amylases présentes dans le milieu (par exemple dans la farine). En revanche, la levure sécrète une **invertase**, enzyme clivant le saccharose en fructose et glucose : la levure pratique donc une **exodigestion** du saccharose.

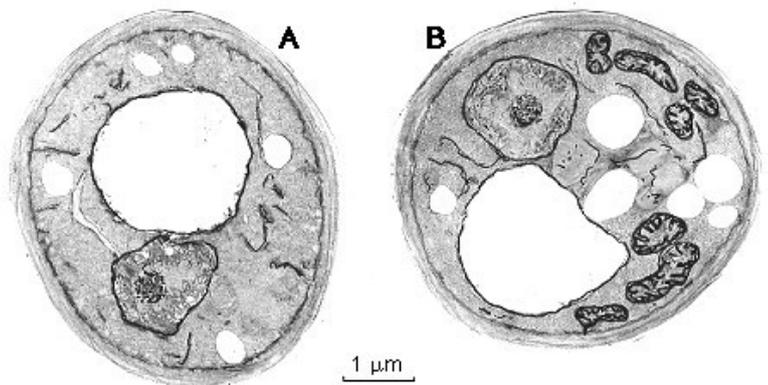
*S. cerevisiae* pratique la **respiration** lorsque les conditions d'oxygénation du milieu sont suffisantes sinon elle pratique la **fermentation éthanolique**, voie métabolique réalisée en aval de la glycolyse et qui conduit à la production d'éthanol rejeté dans le milieu :



Observées au MET, les levures présentent des mitochondries en milieu aérobie mais elles ne sont plus visibles lorsqu'elles sont cultivées en milieu anaérobie.

Cellules de levures observées au MET

- A. en milieu anaérobie
- B. en milieu aérobie



### ➤ Reproduction asexuée et sexuée

Sur un milieu nutritif riche en oses, la levure de bière montre une forte aptitude à la reproduction asexuée par bourgeonnement, une division mitotique inégale. Sur milieu pauvre en oses, la levure de bière s'engage dans la reproduction sexuée.

### ➤ Place dans la classification phylogénétique

Les levures se trouvent au sein des **Eumycètes**, taxon caractérisé par : des réserves glucidiques sous forme de glycogène, les parois à composition callosique, chitineuse ou chitino-callosique, l'absence de plastes et de pigments photosynthétiques, l'hétérotrophie au carbone et la nutrition par absorbotrophie. Les Eumycètes possèdent un thalle pluricellulaire représenté par des filaments mycéliens. Le **retour à l'unicellularité** des levures au sein des Eumycètes est une **réversion**.

## **Plasmodium**, (Alvéolobionte Apicomplexe), eucaryote unicellulaire parasite du sang humain

Il existe cinq espèces de *Plasmodium* capables d'infecter l'être humain et de donner le **paludisme**. *Plasmodium falciparum* est l'espèce la plus fréquente dans le monde et celle responsable de la majorité des décès liés au paludisme.

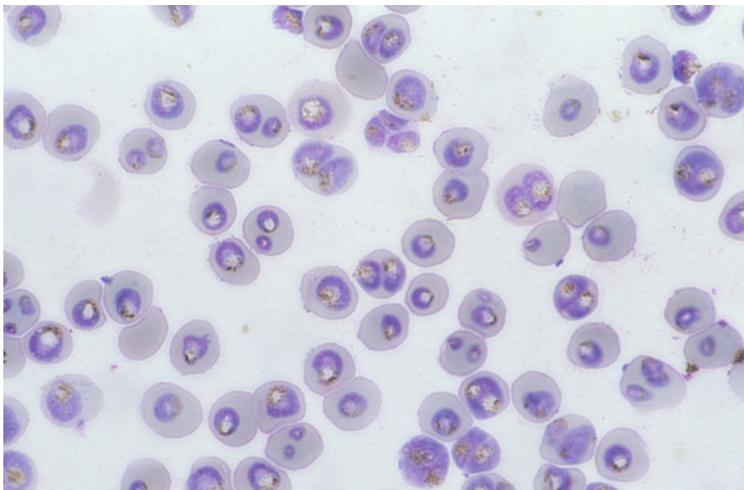
### **Un agent pathogène**

Un individu sain est contaminé par la piqûre d'un moustique infecté, l'anophèle femelle, insecte hématophage. Le cycle de vie du *P. falciparum* est extrêmement complexe. Il se divise en une phase de reproduction asexuée chez l'humain et une phase de reproduction sexuée chez le moustique.

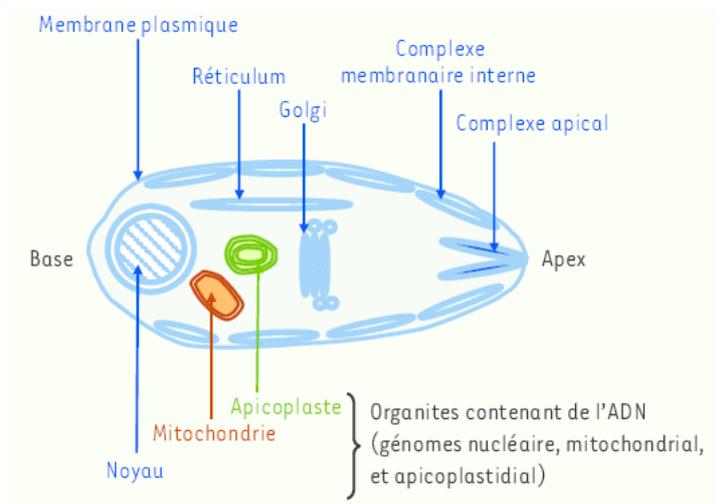
Les symptômes du paludisme sont proches de la grippe (fièvre, céphalées, douleurs musculaires) ; des troubles digestifs (anorexie, nausées, vomissements, diarrhée) et une fatigue (asthénie) sont souvent associés. Le paludisme dû à *P. falciparum* peut être compliqué par l'atteinte d'un organe vital : paludisme grave. Il apparaît d'emblée ou bien par absence ou retard de traitement. Le patient peut alors présenter une prostration, une détresse respiratoire, une perte de conscience, une insuffisance rénale. Des complications neurologiques (troubles du comportement, convulsions, coma) sont aussi parfois observées, qui peuvent entraîner la mort ou laisser des séquelles durables, notamment chez les enfants. Les mesures de prévention et les traitements médicamenteux ont permis de réduire la mortalité due au paludisme de 45 % entre 2000 et 2020 (pour un nombre de cas stable).

### **Un parasite intracellulaire**

Le parasite réalise une partie de son cycle de vie dans les **hématies** (ce qui le protège du système immunitaire). C'est une petite cellule (1 à 2 µm) présentant des formes variées au cours de son cycle de vie. La coloration au May-Grünwald-Giemsa montre qu'il est constitué d'un cytoplasme bleu pâle entourant une vésicule nutritive de teinte claire, et contenant un noyau rouge et du pigment brun-doré ou noir (hémozoïne).



***Plasmodium falciparum* en culture (MO)**  
Coloration au May-Grünwald



**Organisation de *Plasmodium falciparum***

*Plasmodium* se nourrit de petites molécules (glucose) grâce aux transporteurs protéiques de sa membrane plasmique et aussi par endocytose de l'hémoglobine, source d'acides aminés : **phagotrophie**.

### **Place dans la classification phylogénétique**

Les *Plasmodium* appartiennent au taxon des **Alvéolobiontes** et au groupe des **Apicomplexes** ou **Sporozoaires**, tous parasites d'animaux. Ils sont dépourvus de flagelle (sauf à certains moments du cycle vital). Chez les Apicomplexes, on trouve un **plaste vestigial à 4 membranes fortement régressé**, l'apicoplaste, et **non photosynthétique**. Les données moléculaires montrent qu'il est issu d'une **algue rouge**. Ce plaste intervient dans différentes synthèses (isoprénoïdes, acides gras, hème).

## Le trypanosome (Excavobionte), eucaryote unicellulaire parasite du sang humain

Le trypanosome est un parasite de l'être humain, c'est l'agent de la **maladie du sommeil**. Plusieurs espèces de trypanosomes coexistent, dont *Trypanosoma brucei rhodensiense*, dans le centre et l'est africain et *Trypanosoma gambiense* dans l'ouest du continent.

### Un agent pathogène

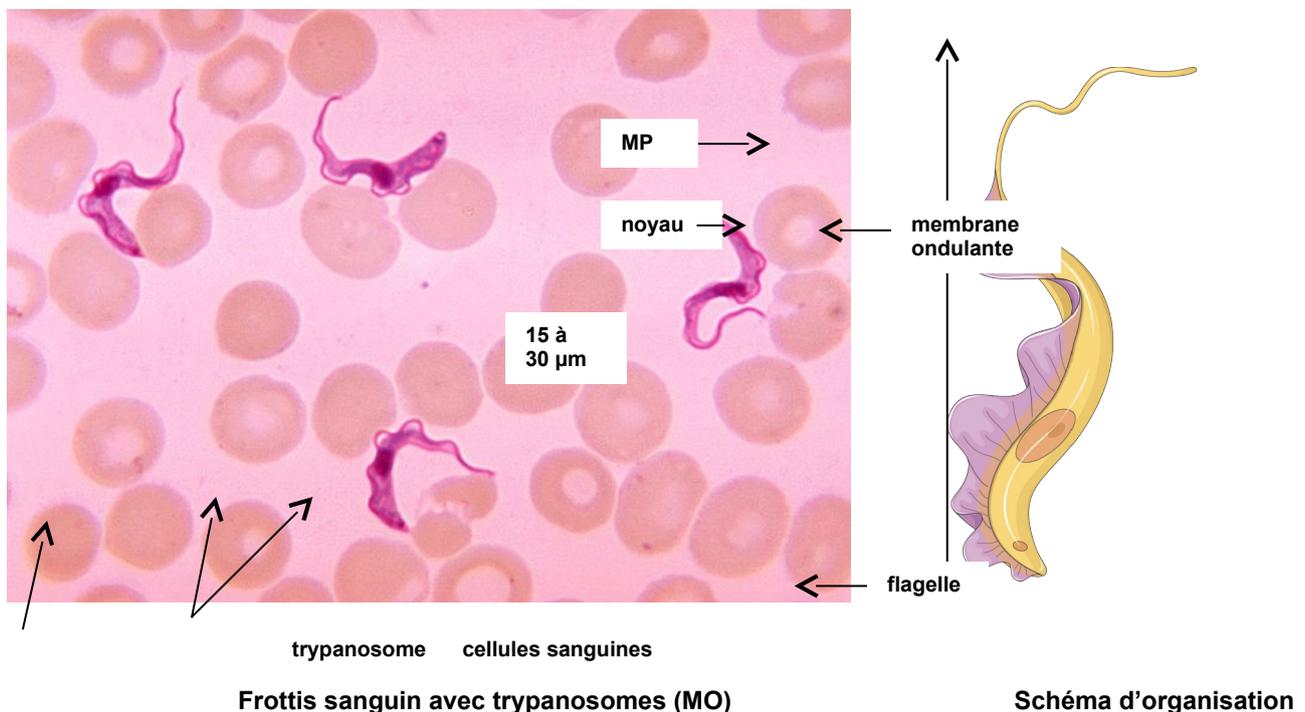
Un individu sain est contaminé par la piqûre d'une mouche hématophage, la mouche tsé-té (*Glossina sp.*), s'étant préalablement nourrie chez un individu malade. Chez la mouche, le parasite est sous une forme d'attente dans ses glandes salivaires et elle le transmet lors de la piqûre en injectant sa salive anticoagulante. Non soigné, le malade est d'abord atteint de fièvre intermittente, irrégulière et de tachycardie. Progressivement, de plus en plus amaigri, il est gagné par des crises de sommeil et d'insomnies avant de mourir complètement épuisé. La maladie peut évoluer sur plusieurs années.

Le traitement curatif est efficace et, malgré l'apparition de formes de résistance, la trypanosomiase n'est plus un fléau en Afrique.

### Un endoparasite extracellulaire

Le trypanosome inoculé envahit les ganglions lymphatiques où il se multiplie par mitoses. De là, il passe dans les **liquides extracellulaires**, d'abord la lymphe, le plasma sanguin, puis le liquide céphalo-rachidien. Cette phase provoque des troubles du sommeil caractéristiques des stades avancés de la maladie où le malade est atteint par les troubles du sommeil. Il se nourrit par **absorbotrophie** des glucides présents dans les liquides extracellulaires.

La forme sanguine est une cellule allongée (15 à 30  $\mu\text{m}$  de long pour 1 à 3  $\mu\text{m}$  de large), de forme flexueuse. Un **long flagelle** inséré en arrière du noyau est relié au corps par un mince voile cellulaire, la **membrane ondulante**, et n'est libre qu'à l'extrémité opposée. Les battements du flagelle et de la membrane ondulante permettent les déplacements de la cellule.



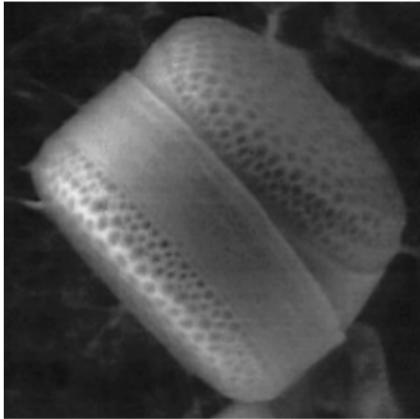
### Place dans la classification phylogénétique

Le trypanosome est classé dans le groupe des Excavobiontes en raison notamment de la présence d'une dépression de la surface cellulaire (« excavation ») d'où émergent les flagelles (dans ce groupe, les cellules sont généralement biflagellées mais il est fréquent qu'un seul émerge et soit visible au MO). Dans ce groupe, on trouve aussi les euglènes, eucaryotes unicellulaires photoautotrophes, possédant des chloroplastes.

## Les diatomées, algues unicellulaires de couleur brune (Diatomophycées)

Les diatomées sont des **algues unicellulaires** très diversifiées. Elles sont présentes dans tous les milieux aquatiques (eaux marines, douces et saumâtres) et certaines espèces sont terrestres mais nécessitent une humidité périodique. Elles représentent une large part du phytoplancton marin.

➤ Une cellule photosynthétique enveloppée par un test siliceux



**Diatomée centrale (MEB)**



**Diatomée pennale, genre Pinnularia, (MO)**

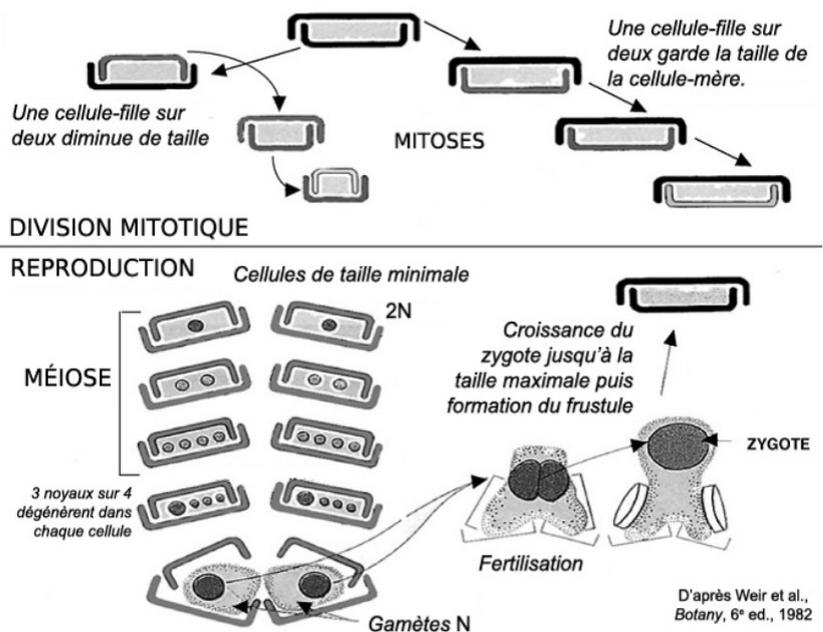
Leur taille varie de 20 à 200 µm environ, quoique certaines puissent atteindre 2 mm. Elles peuvent se présenter en cellules isolées ou regroupées en colonies.

Elles se caractérisent par une paroi rigide faite de silice hydratée insérée dans une matrice organique, le **frustule**. Cette paroi finement ornée (pores, excroissances, épines, etc.) est divisée en deux valves emboîtées de taille différente, la plus grande recouvrant la plus petite à la manière d'un couvercle sur une boîte. On distingue deux types de diatomées selon la géométrie du frustule : les diatomées centrales, à symétrie radiale et les diatomées pennales, à symétrie bilatérale. L'accumulation sédimentaire de frustules conduit à la formation d'une roche friable et de faible masse volumique, la diatomite.

La cellule comporte un ou plusieurs **plastés bruns à 4 membranes**, disposés autour du noyau central. Les photosystèmes comportent des chlorophylles (a et c) et des caroténoïdes dont la fucoxanthine. Le cytoplasme est riche en gouttelettes lipidiques (jusqu'à 50 % du volume cellulaire).

Une multiplication par mitoses et par reproduction sexuée :

Les diatomées se multiplient principalement par mitoses. Lors d'une mitose, les deux valves du frustule s'écartent et la cellule se divise. Chaque cellule-fille hérite de l'une des deux valves et reconstruit la valve manquante mais la nouvelle valve est toujours de type « boîte » alors que la valve héritée est de type « couvercle ». En conséquence, l'une des deux diatomées-filles est de taille inférieure à la diatomée initiale, alors que l'autre fille est de même taille. Par conséquent, au cours des divisions successives, des diatomées plus petites apparaissent et l'une des lignées de descendantes voit sa taille diminuer à chaque génération. A partir d'une taille limite, survient la reproduction sexuée qui permet un retour à la taille initiale.



**Place dans la classification phylogénétique :** Les flagelles de taille inégale (chez les espèces dont les gamètes mâles sont pourvus d'un flagelle) permettent de ranger les diatomées parmi les Hétérocontes. Le plaste brun à 4 membranes les classe ensuite parmi les Ochrophytes. Les Diatomées forment un taxon à part entière : les Diatomophycées.

D'après Weir et al., Botany, 6<sup>e</sup> ed., 1982

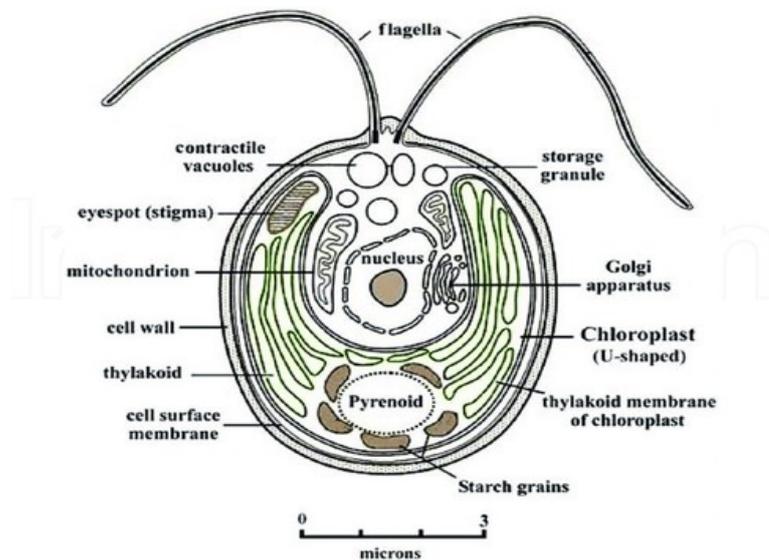
## Chlamydomonas (chlorobionte) algues unicellulaires de couleur verte

Chlamydomonas est une espèce d'algue **d'eau douce mobile**. Cette cellule eucaryote de 5 à 10µm dotée de **2 flagelles** et d'une **paroi pectocellulosique**. Elle possède un unique chloroplaste en forme de cloche qui contient de la **chlorophylle a** et une chaîne de transport des électrons permet tant une **photosynthèse oxygénique**.

Le chloroplaste possède 2 membranes ainsi que des thylakoïdes. Il possède en outre deux structures originales :

- le pyrénioïde, une structure protéique où sont concentrées les enzymes du cycle de Calvin, ainsi que de l'anhydrase carbonique (qui catalyse la transformation du  $\text{HCO}_3^-$  présent dans l'eau en  $\text{CO}_2$  utilisable par le cycle de Calvin).

-Le **stigma**, un photorécepteur permettant un **phototactisme**



**Pour une lecture active : à partir des infos de ces fiches,**

- construire un tableau de comparaison

-construire un arbre phylogénétique incluant aussi les organismes pluricellulaires vu en BCPST (souris, vache, criquet,...)