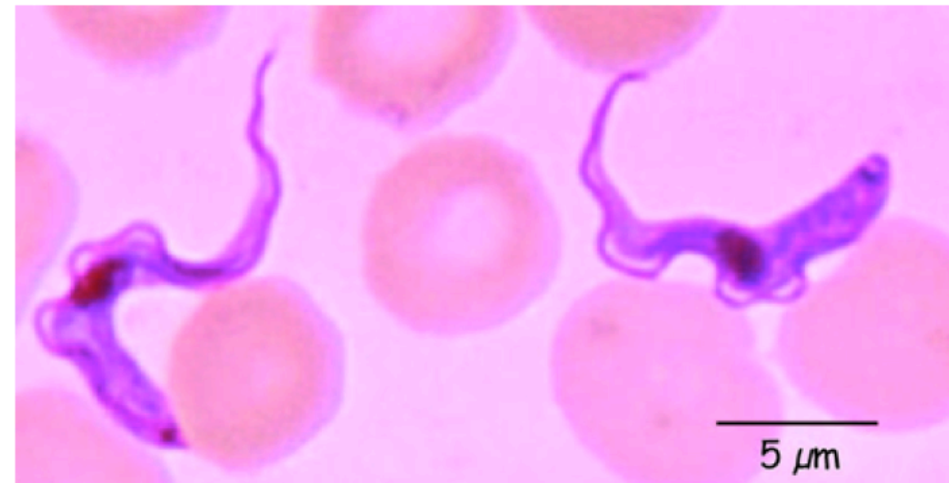
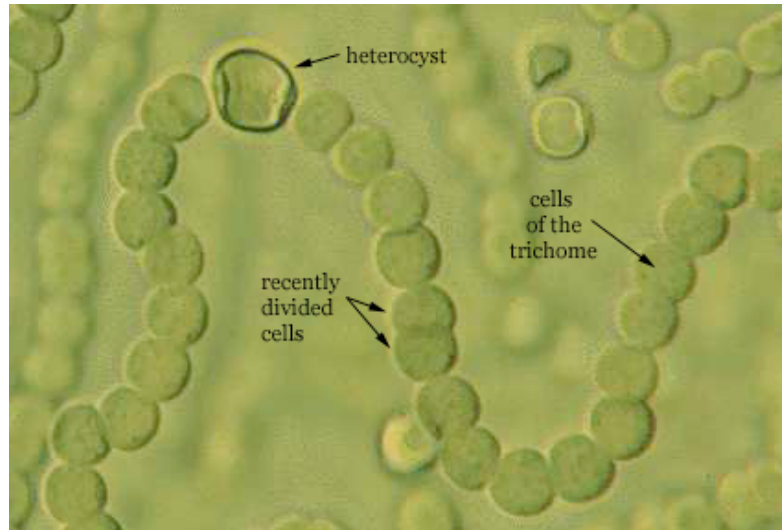
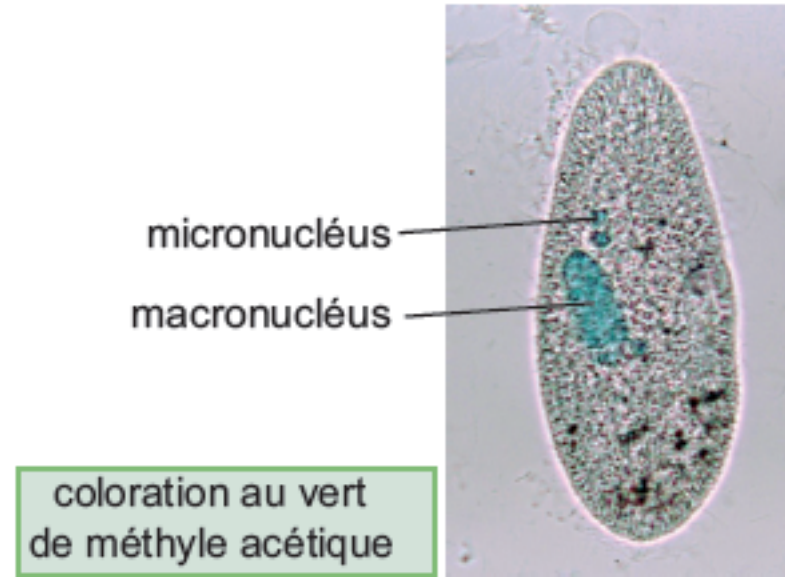
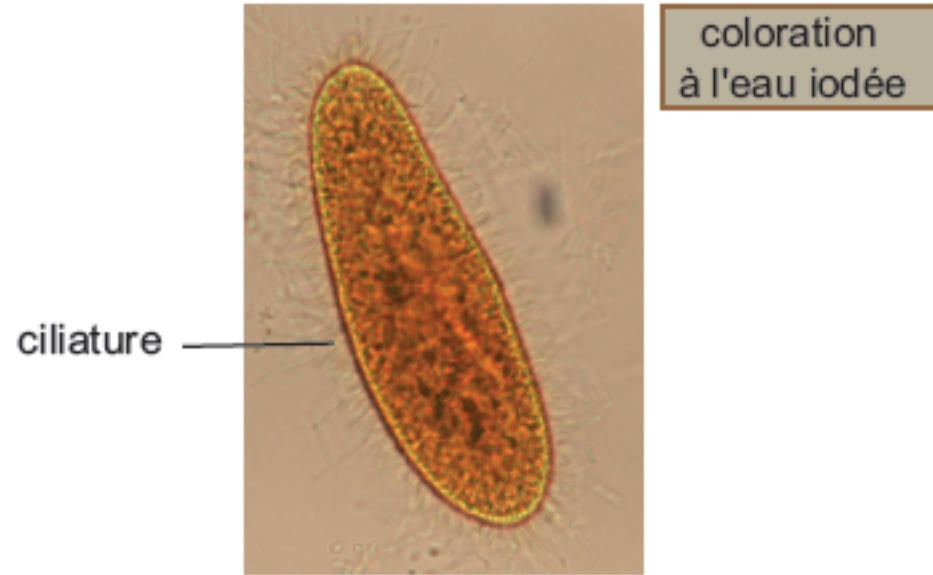
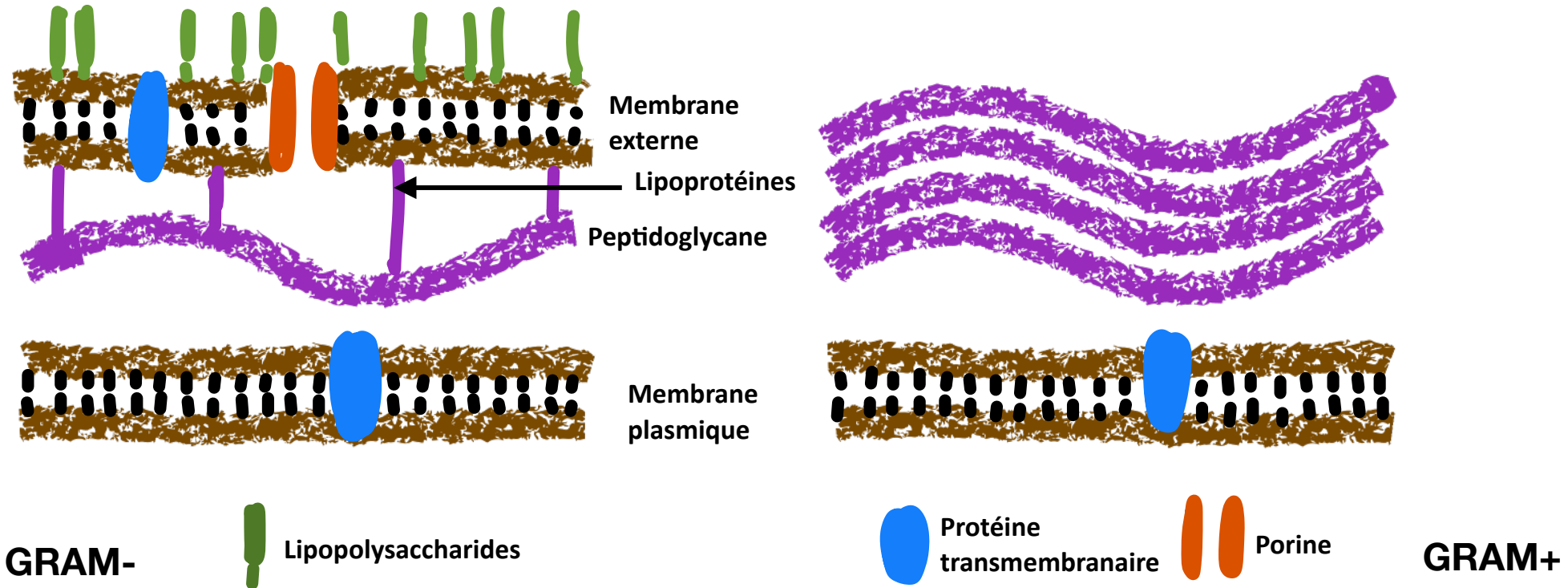


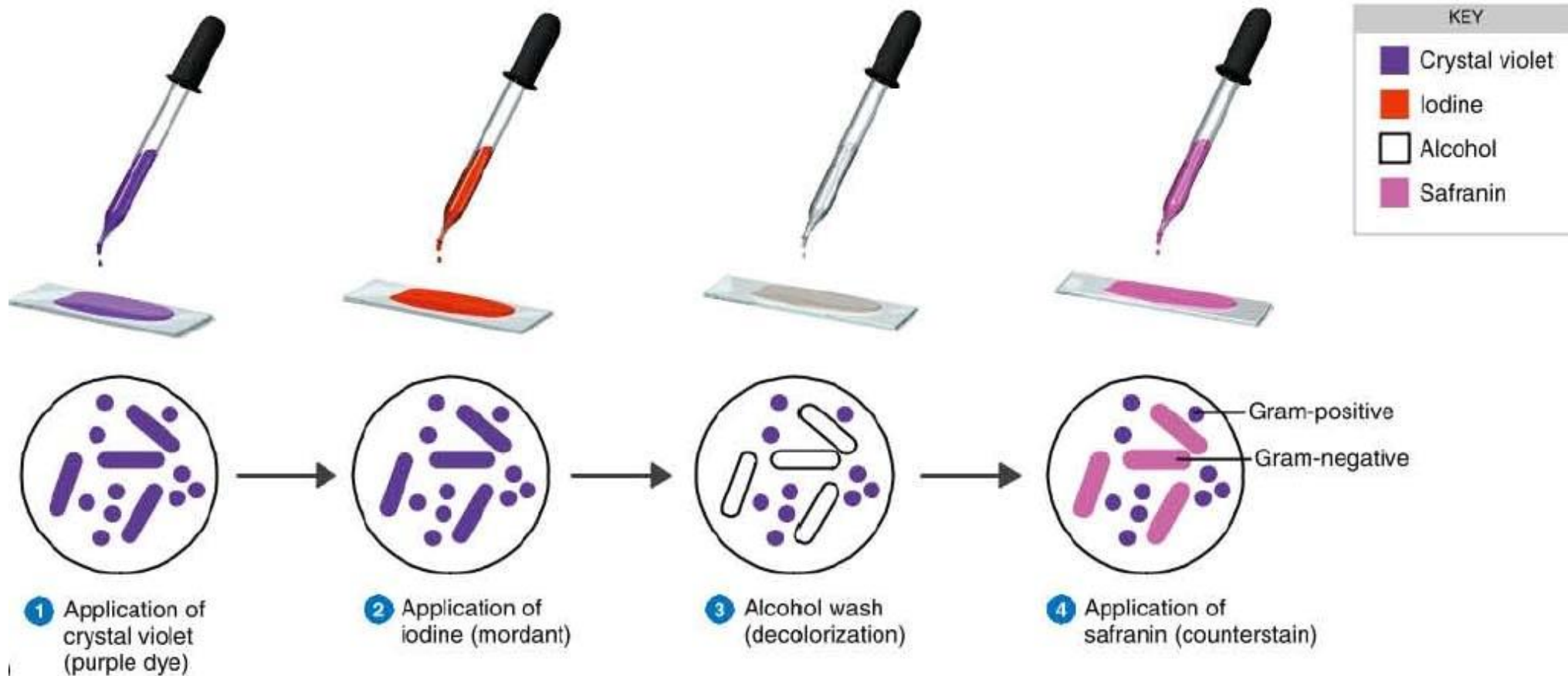
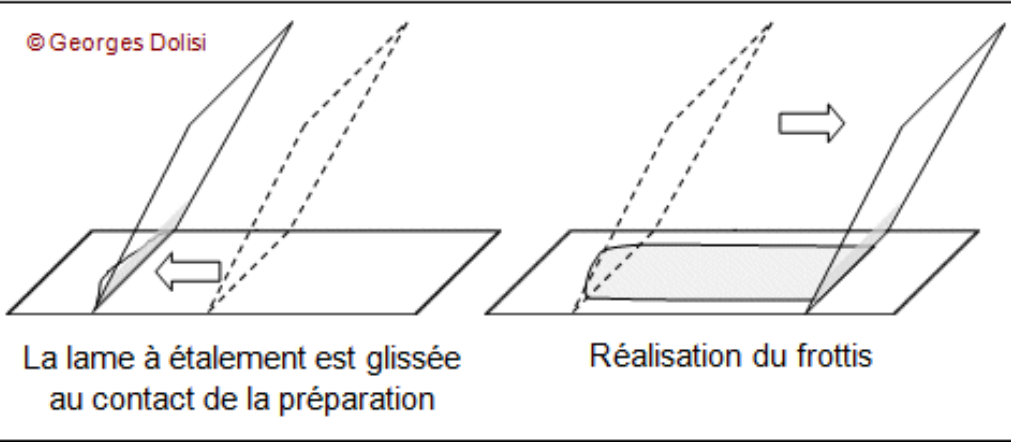
# TP unicellulaires



# LES EUBACTERIES

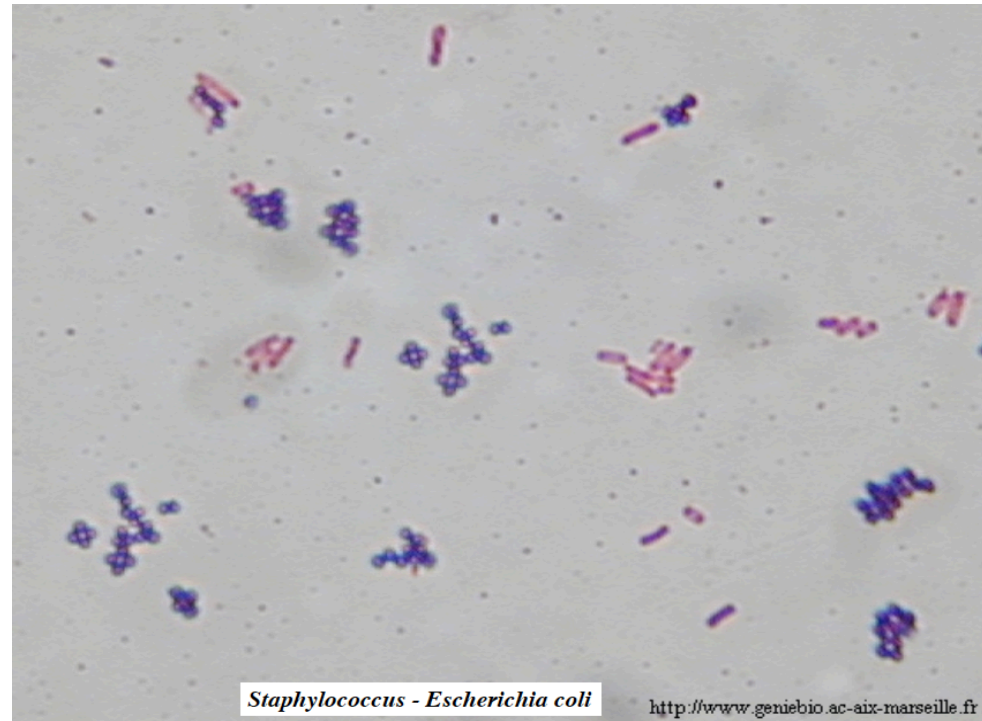
Rappel : paroi GRAM - et GRAM +

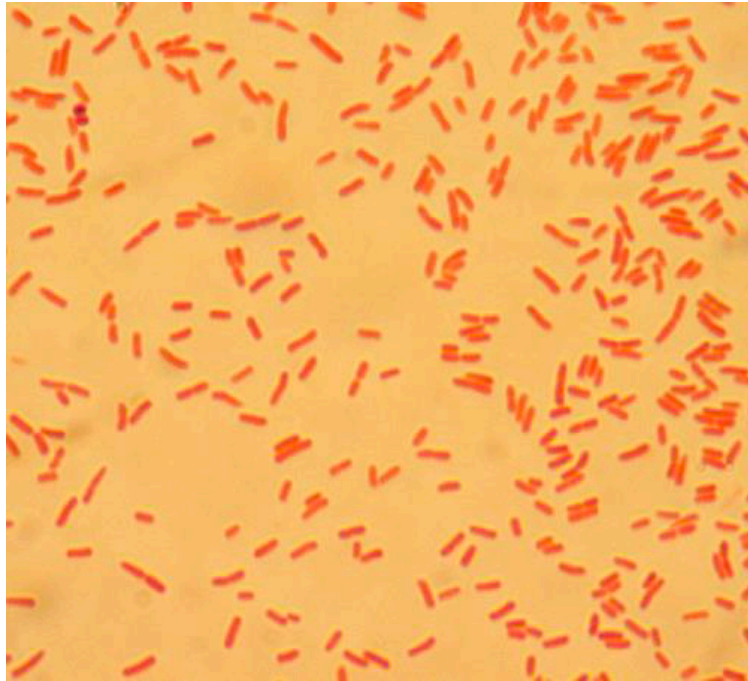




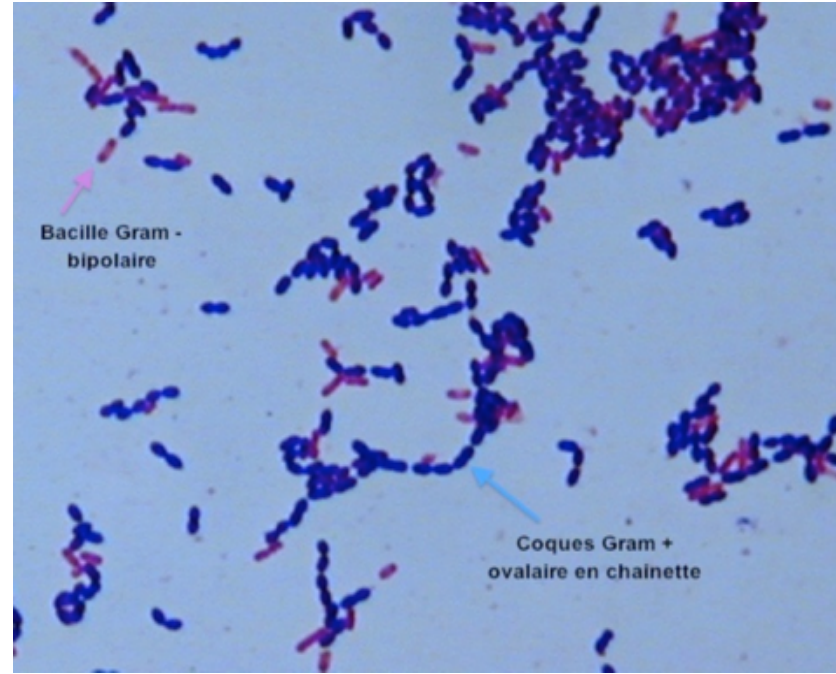
**Les bactéries Gram+ sont violettes**, car leur paroi est imperméable à l'alcool. Ce dernier n'a donc pu dissoudre le violet cristal. Les parois des Bactéries Gram + sont épaisses de 20 à 80 nm et sont constituées d'une seule couche homogène constituée essentiellement de peptidoglycane.

**Les bactéries Gram- sont roses** : Leur paroi étant perméable à l'alcool elles n'ont pas gardé la coloration violette. Elles ont en revanche été colorées par la fuchsine. Les parois des Bactéries Gram - sont plus complexes. Elles comprennent une couche de peptidoglycane, fine (1 à 3 nm) et une membrane externe (7 à 8 nm ) constituée de lipopolysaccharides complexes (LPS).



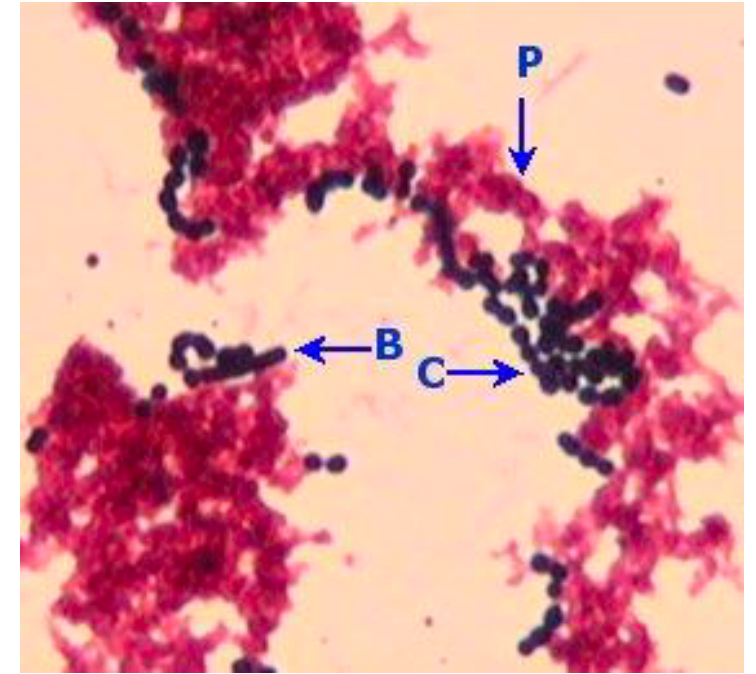


*Frottis de E. Coli*



Bacille Gram -  
bipolaire

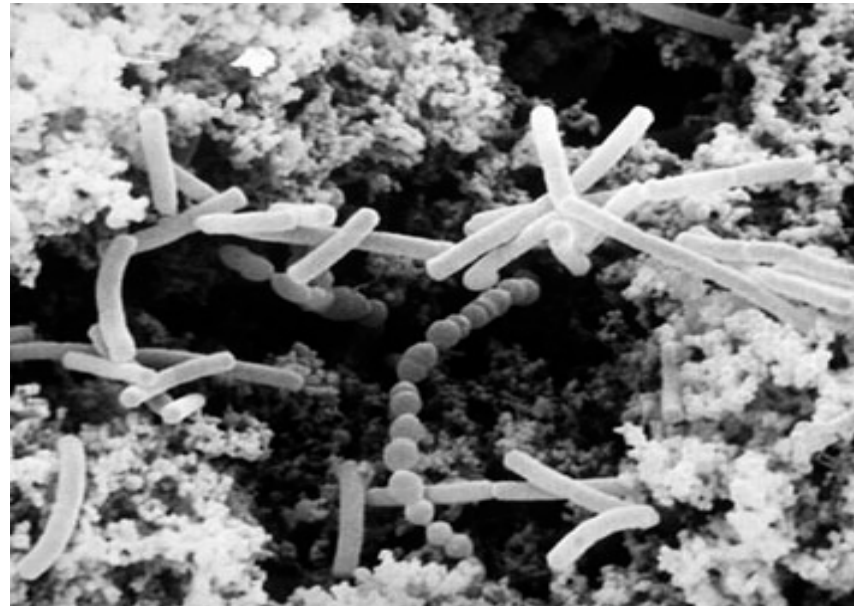
Coques Gram +  
ovalaire en chaînette



P : dépôt de protéines du yaourt,  
B : bacilles, C : coques

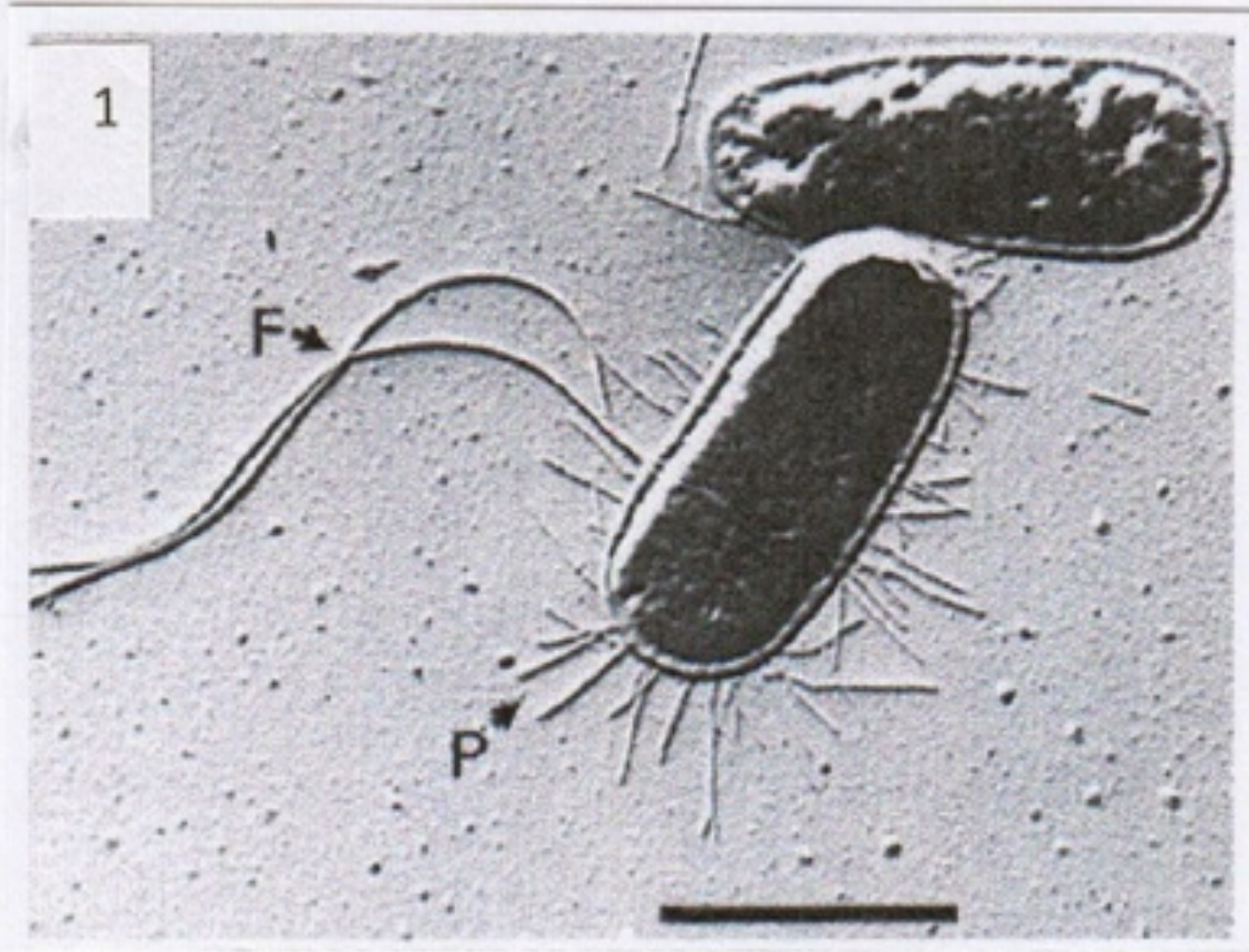
RESULTATS frottis yaourt : MO (x 1000)

## LES EUBACTERIES



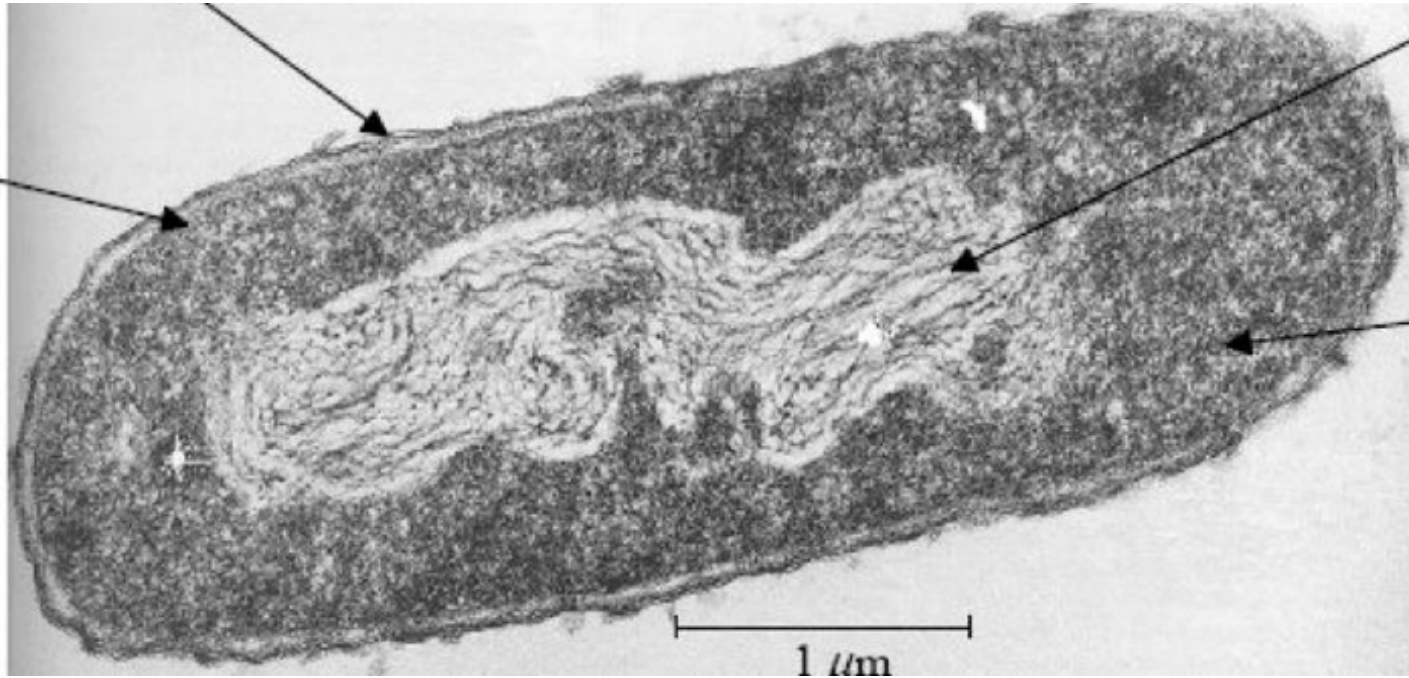
Yaourt MEB

**ESCHERICHIA COLI : EUBACTÉRIE SYMBIOTE DANS LE TUBE DIGESTIF (DONT CAECUM SOURIS 😊),  
BIOFILM dans le sol (pionniers) ; HETEROTROPHE C ET N , ABSORBOTROPHE, 1 à qq  $\mu\text{m}$**



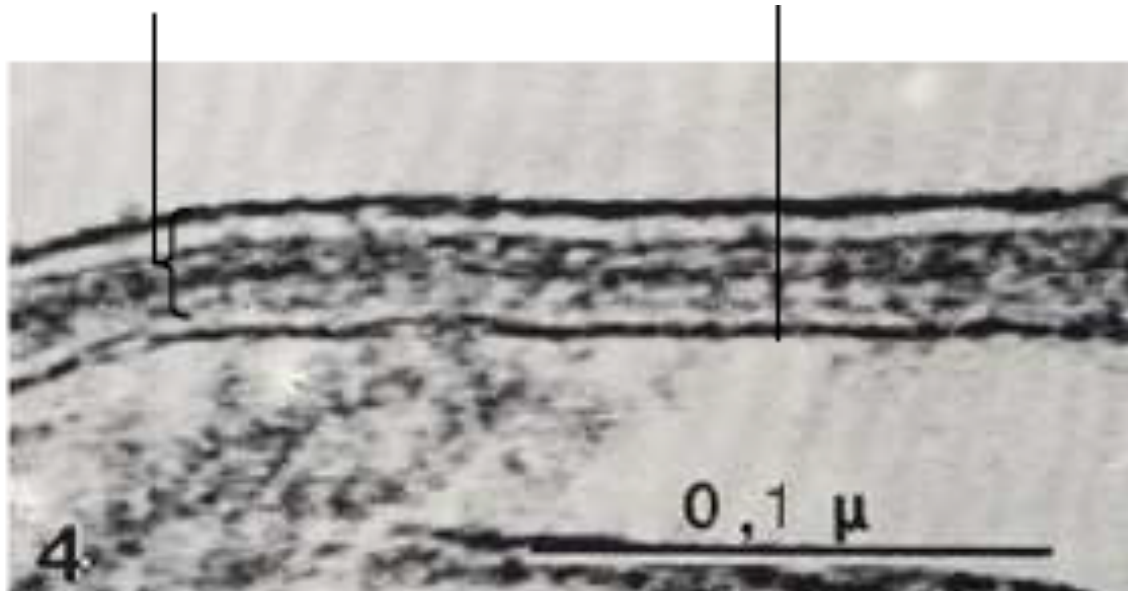
Barre = 3  $\mu\text{m}$

F = flagelle ; P= pili

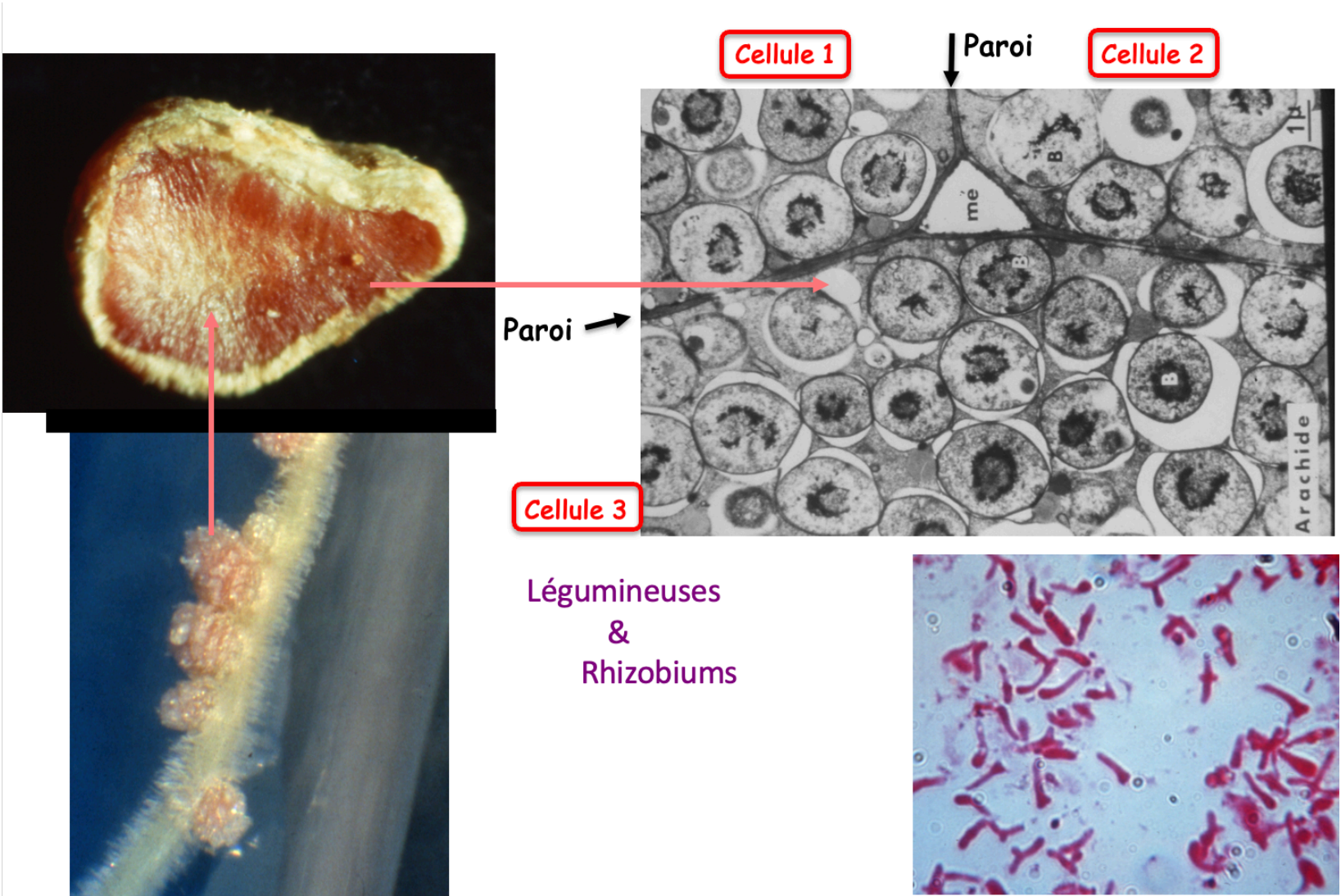


*Doc 1 : Colibacille au microscope électronique à transmission*

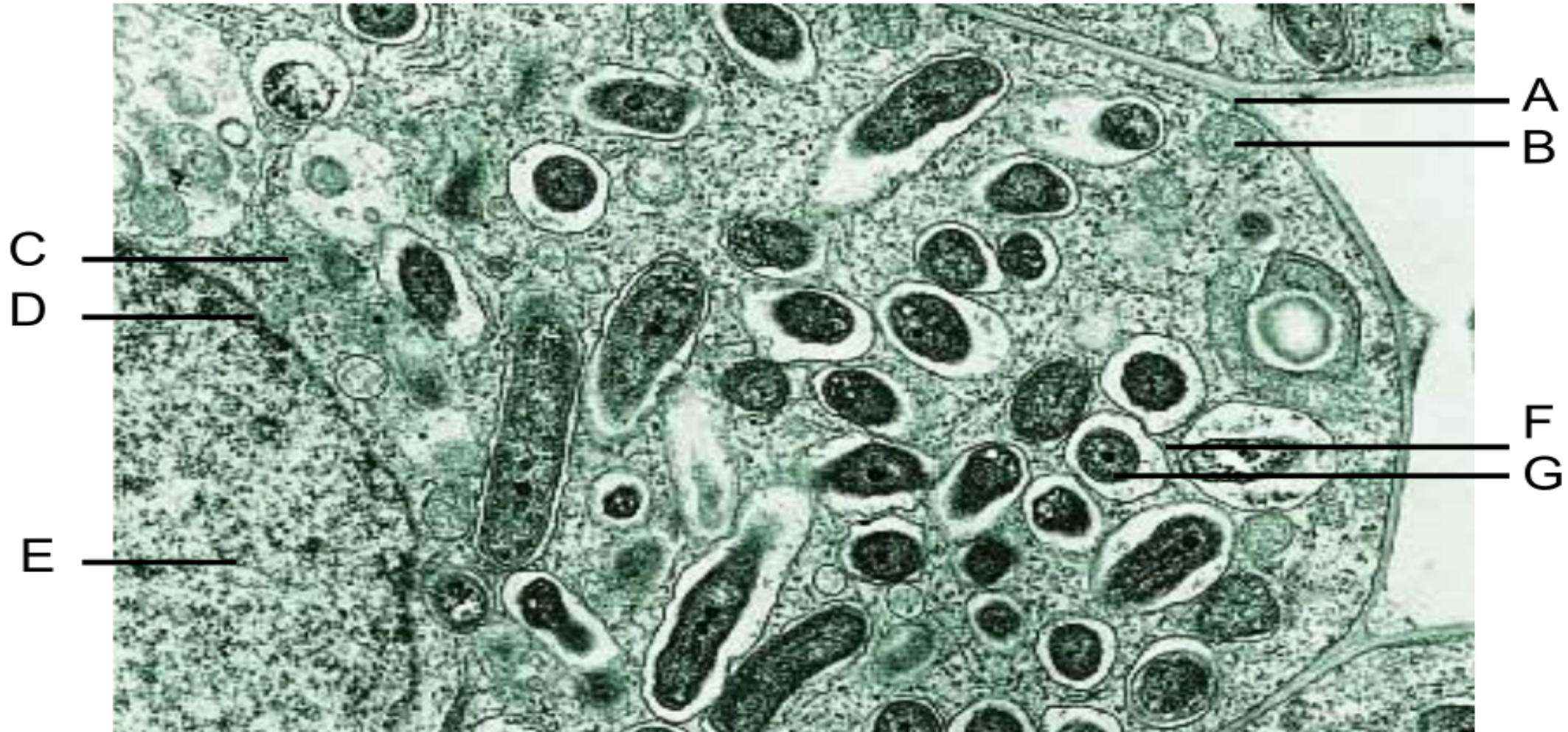
GRAM -



RHIZOBIUM = EUBACTÉRIE GRAM -, ÉTABLISSANT UNE SYMBIOSE FIXATRICE DE N<sub>2</sub> AVEC LES RACINES DES LÉGUMINEUSES (FABACÉES, MIMOSACÉES, CÉSALPINÉES), AÉROBIE, HETEROTROPHE au C MAIS AUTOTROPHE au N, ABSORBOTROPHE INTRACELLULAIRE OU LIBRE







Document 9 : Organisation des nodosités et cytologie de la cellule occupée par les bactéroïdes

A9👁️ *Légendez le document 9.*



**Document 9 :** Organisation des nodosités et cytologie de la cellule occupée par les bactéroïdes

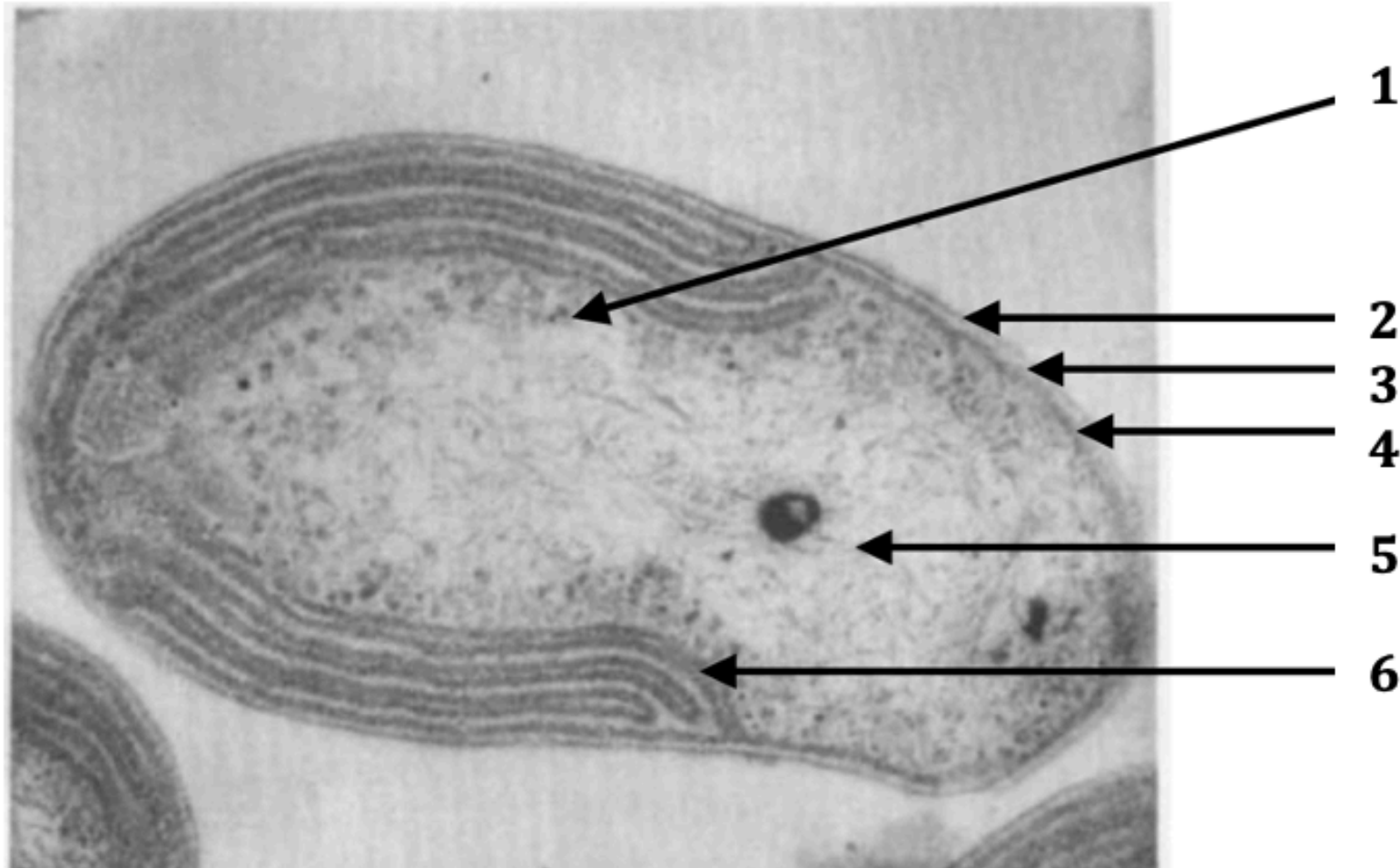
A9👁 *Légendez le document 9.*


2 membranes = bactérie gram -



*Doc 2 : cytologie d'une cellule de fabacée occupée par des bactéroïdes*

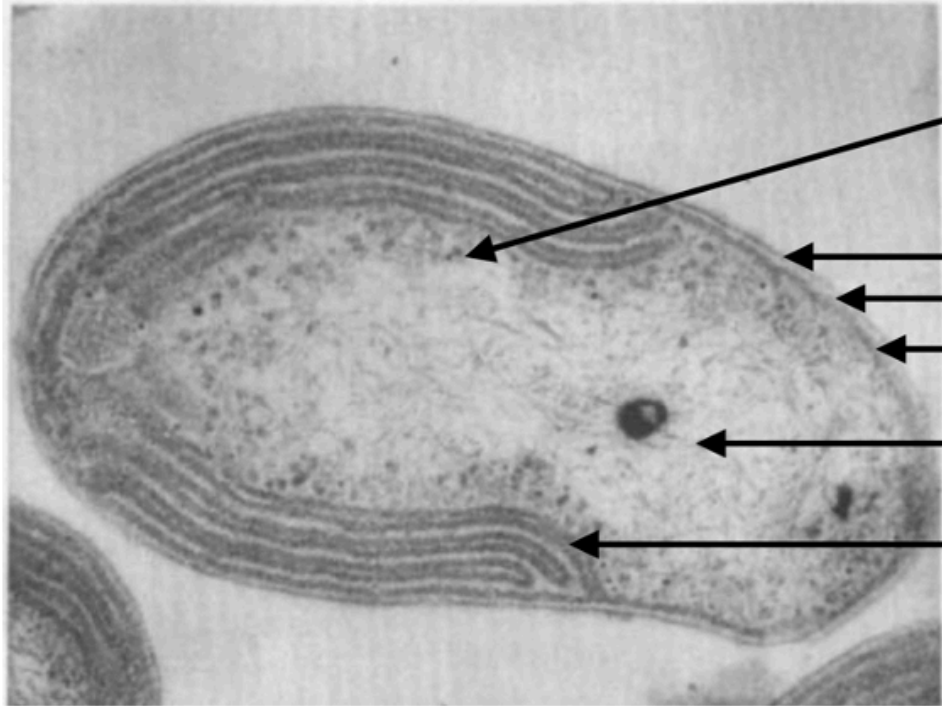
## 4. Nitrobacter, bactérie du sol chimiolithotrophe



A4 

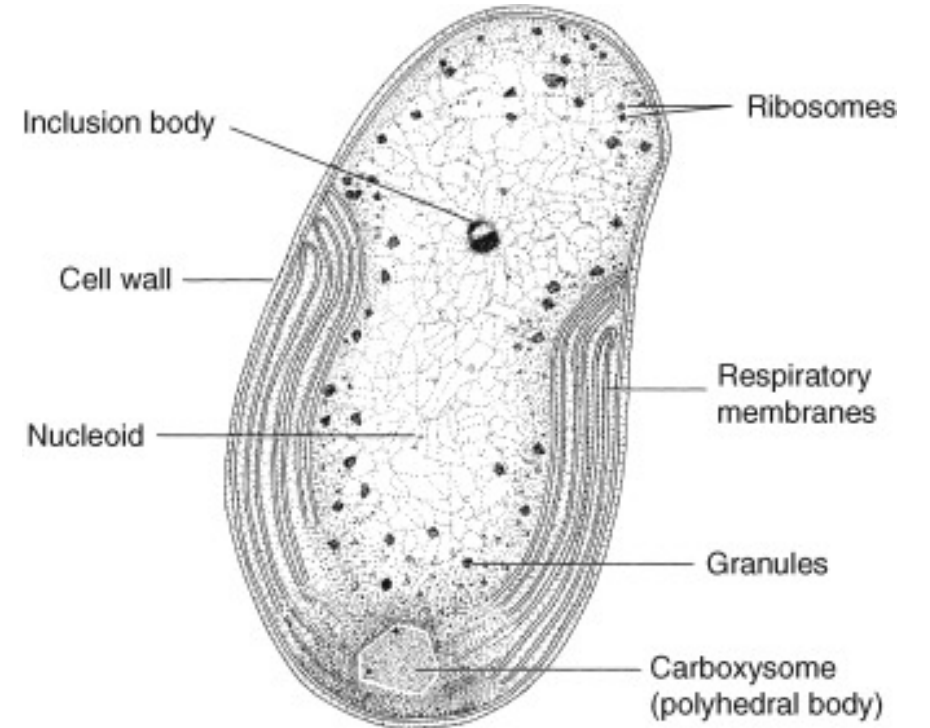
Document 4 : électronographie de Nitrobacter

*Légendez cette électronographie et précisez si cette bactérie est de type GRAM + ou GRAM -*



- 1 Ribosomes
- 2 Membrane externe
- 3 Espace périplasmique - peptidoglycane
- 4 Membrane plasmique
- 5 Nucléoïde
- 6 Replis membranaires

**GRAM -**



Nostoc = cyanobactérie



# NOSTOC, CYANOBACTERIE

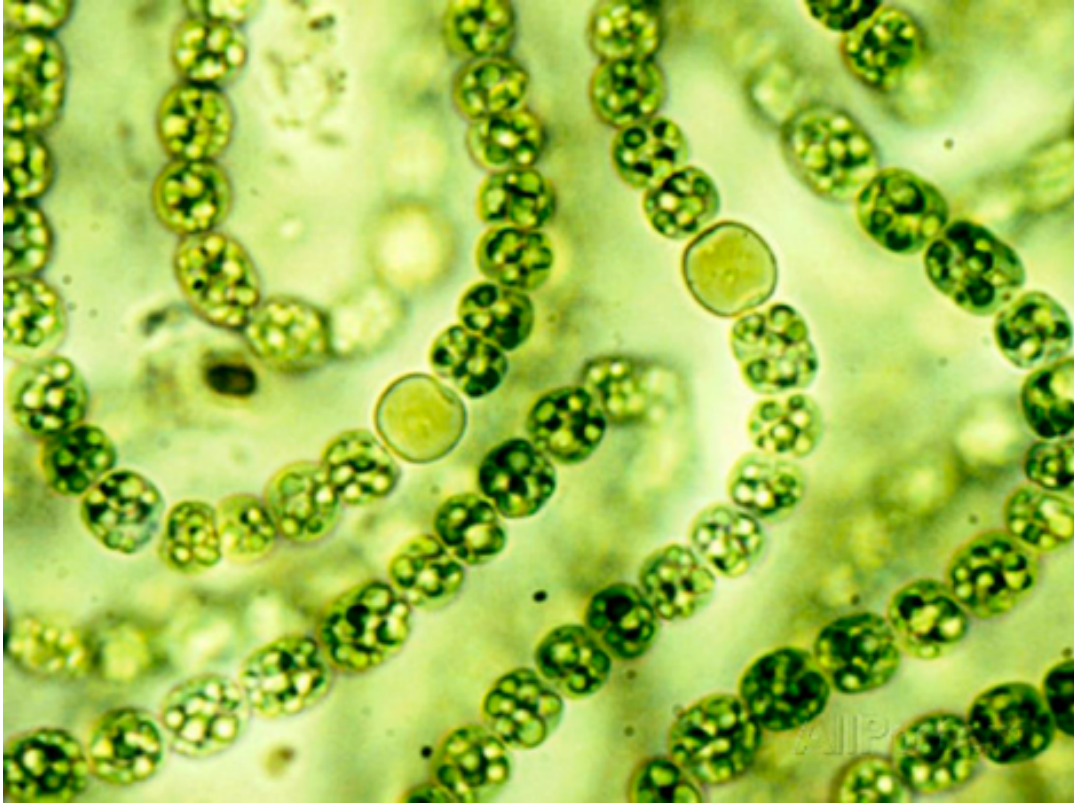
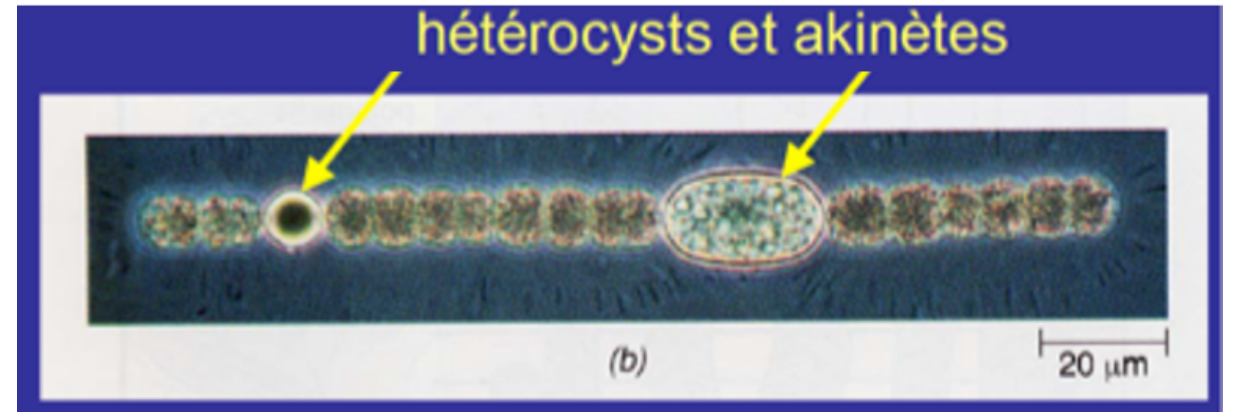


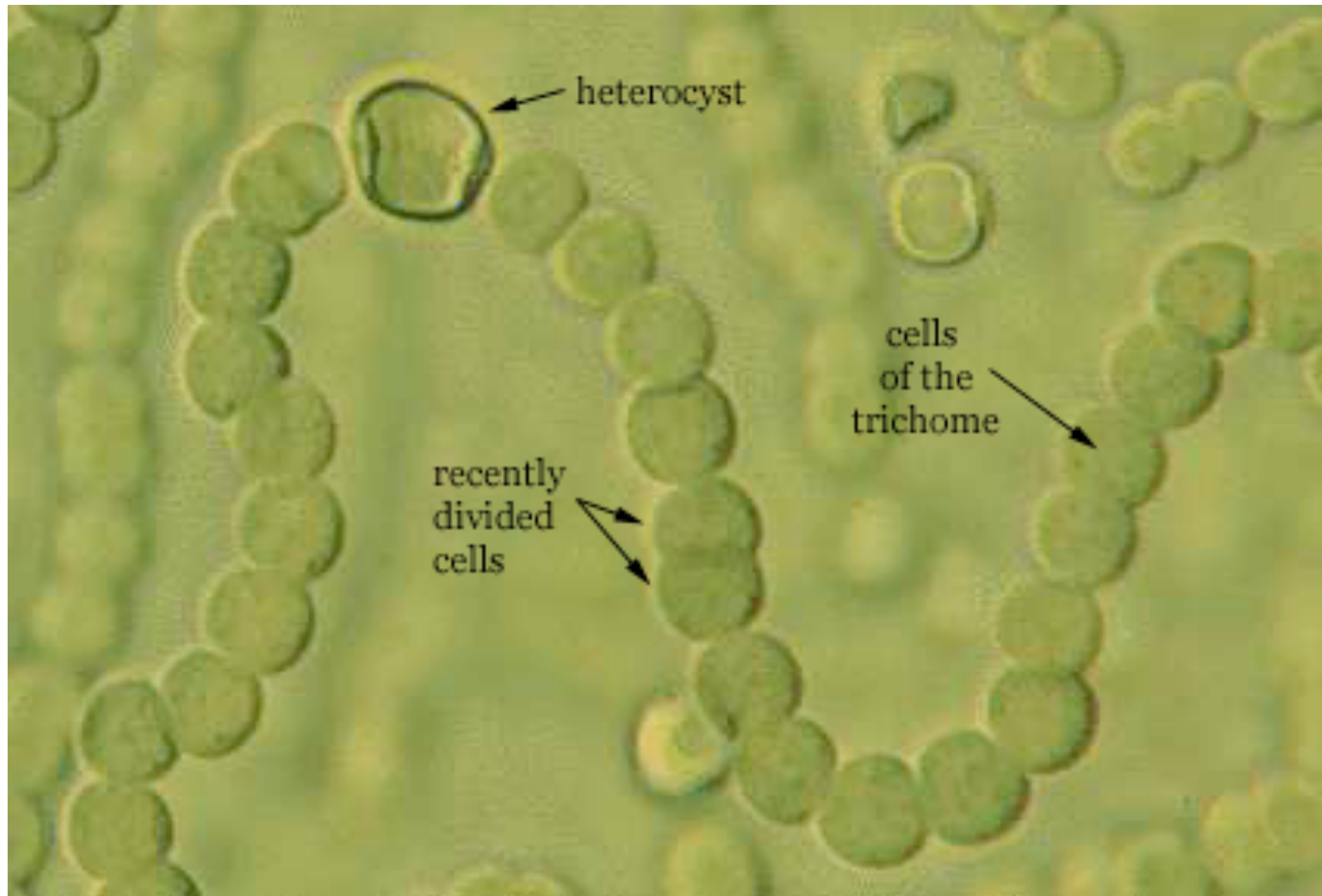
Photo: DV 8600 R=1:3,4

colonie de Cyanobactéries

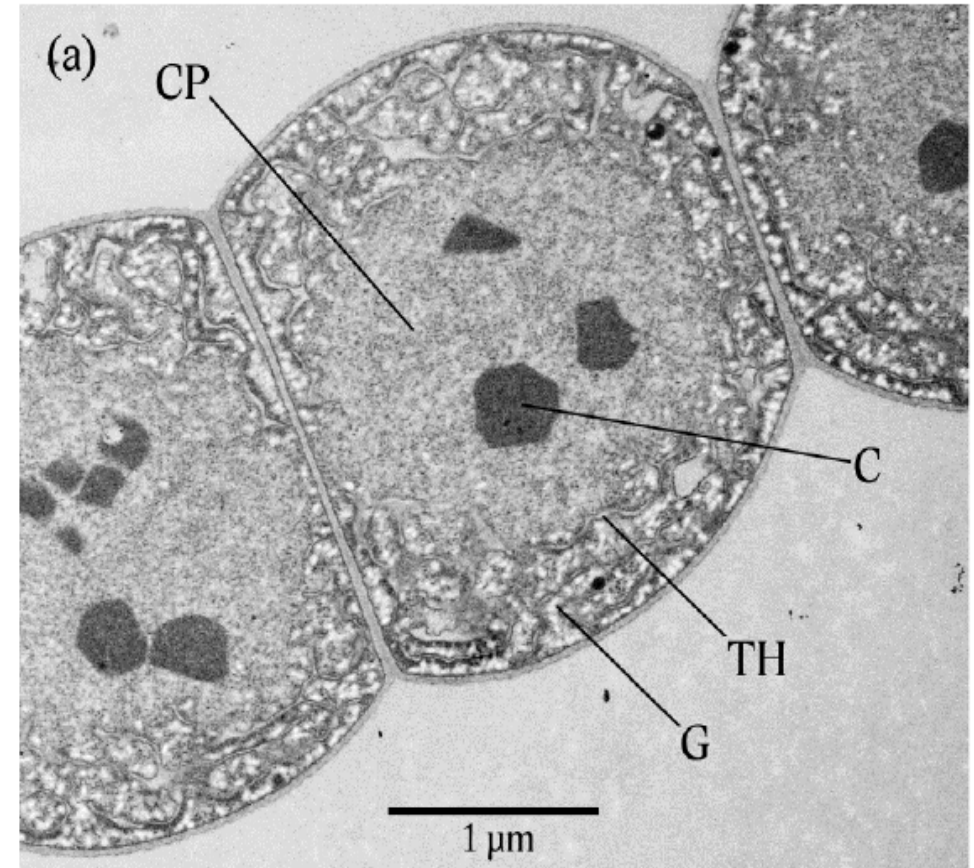
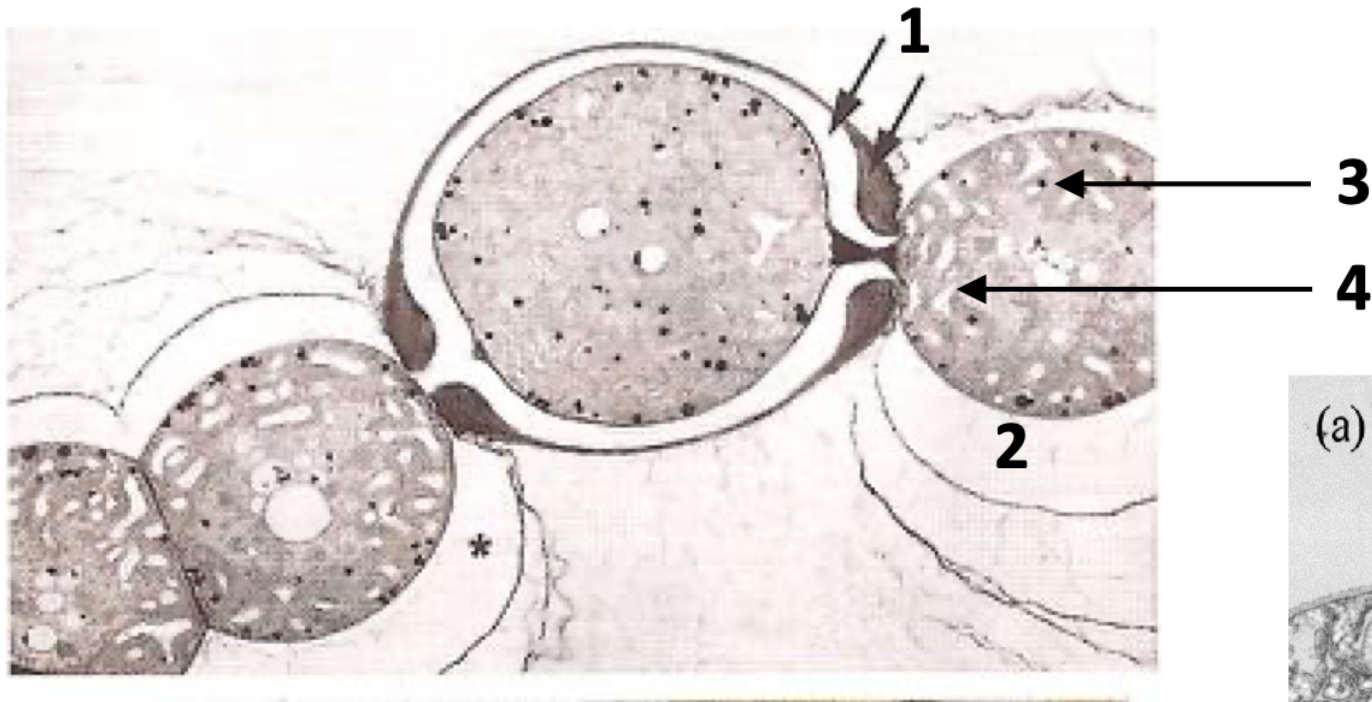
BARTH olivier - 27/03/2005



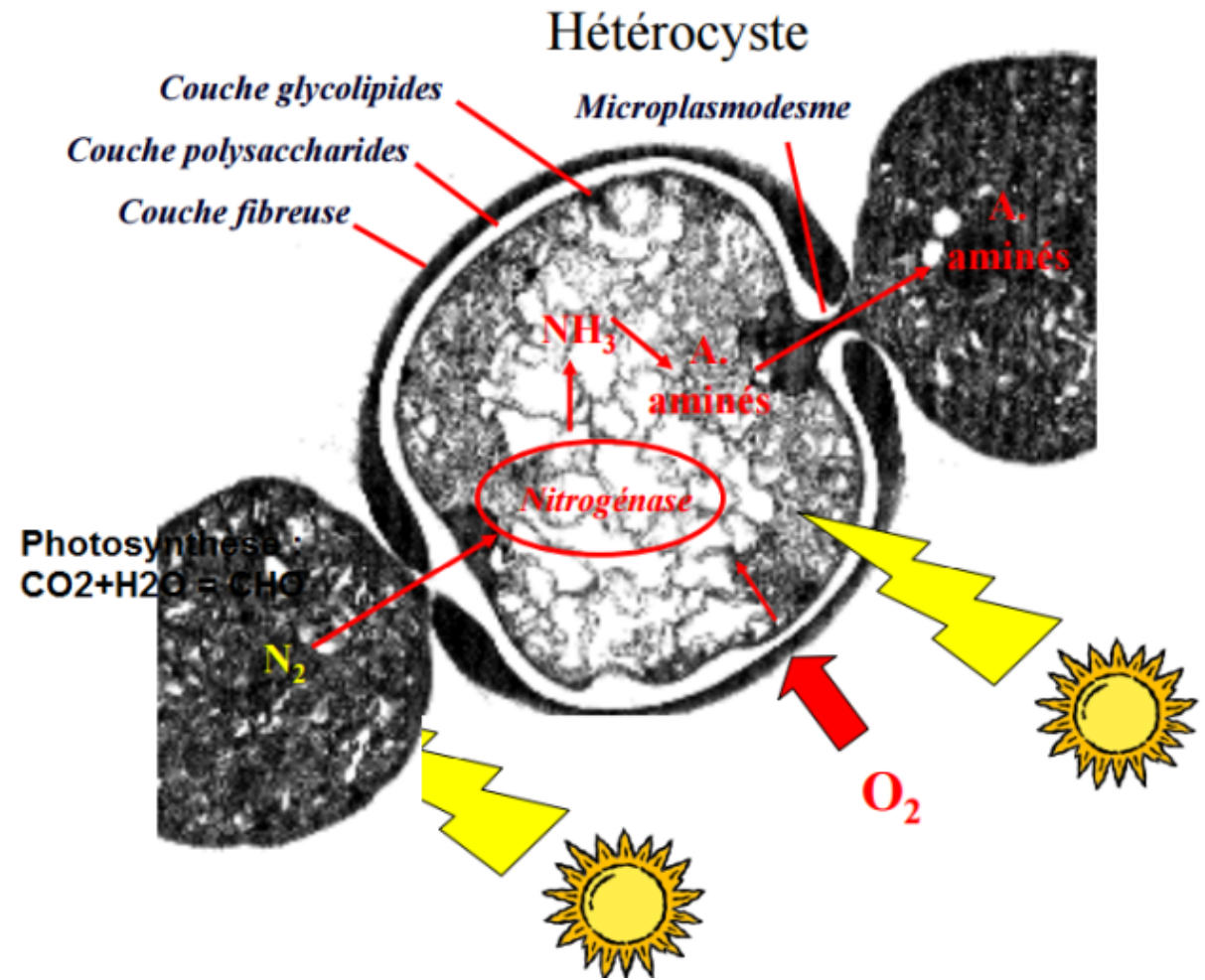
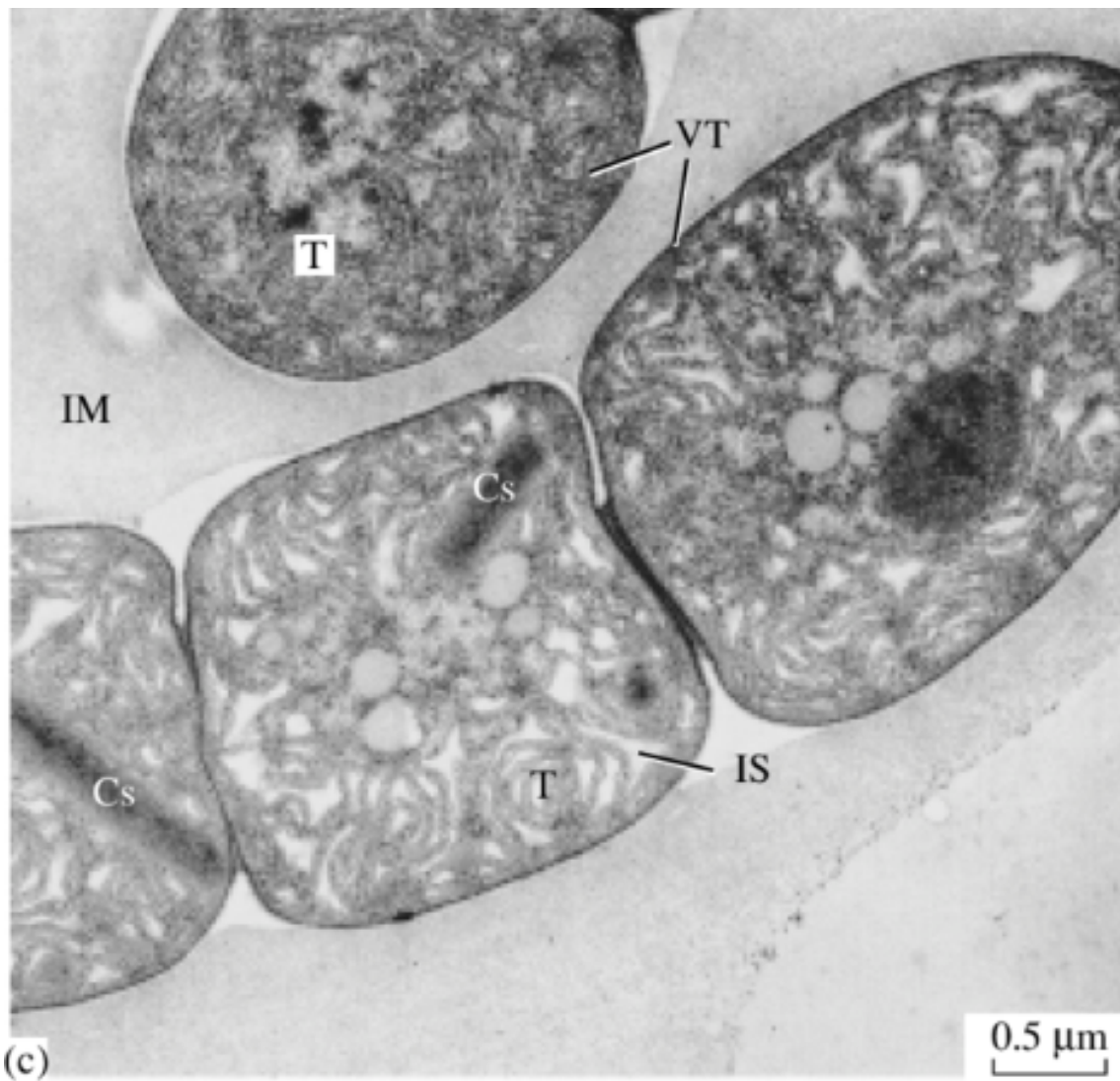
*Réalisez un montage frais de la masse gélatineuse du biofilm et identifiez les caractéristiques de cet organisme.*







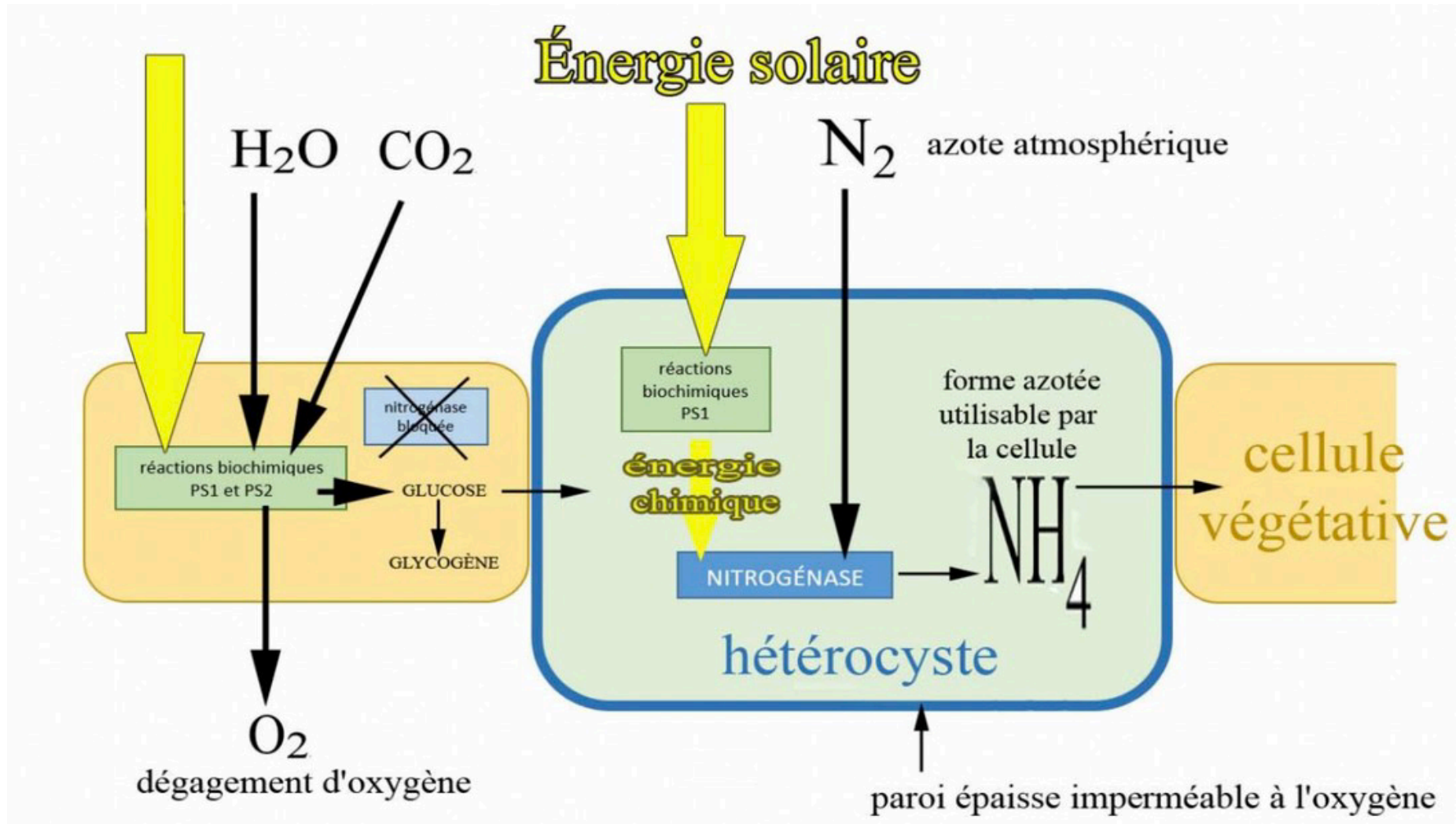
Légendez ces microscopies électroniques et discutez de l'état unicellulaire ou pluricellulaire des cyanobactéries de type Nostoc



**Document 8** : Cytologie et organisation du Nostoc aux différentes échelles

IS, espace intrathylakoïde ; VT, trichome de cellules végétatives ; Cs, carboxysome ; IM, matrice intercellulaire de la gaine ; T, thylakoïdes

Doc 4 : Fonctionnement d'un hétérocyste de Nostoc en lien avec les autres cellules.



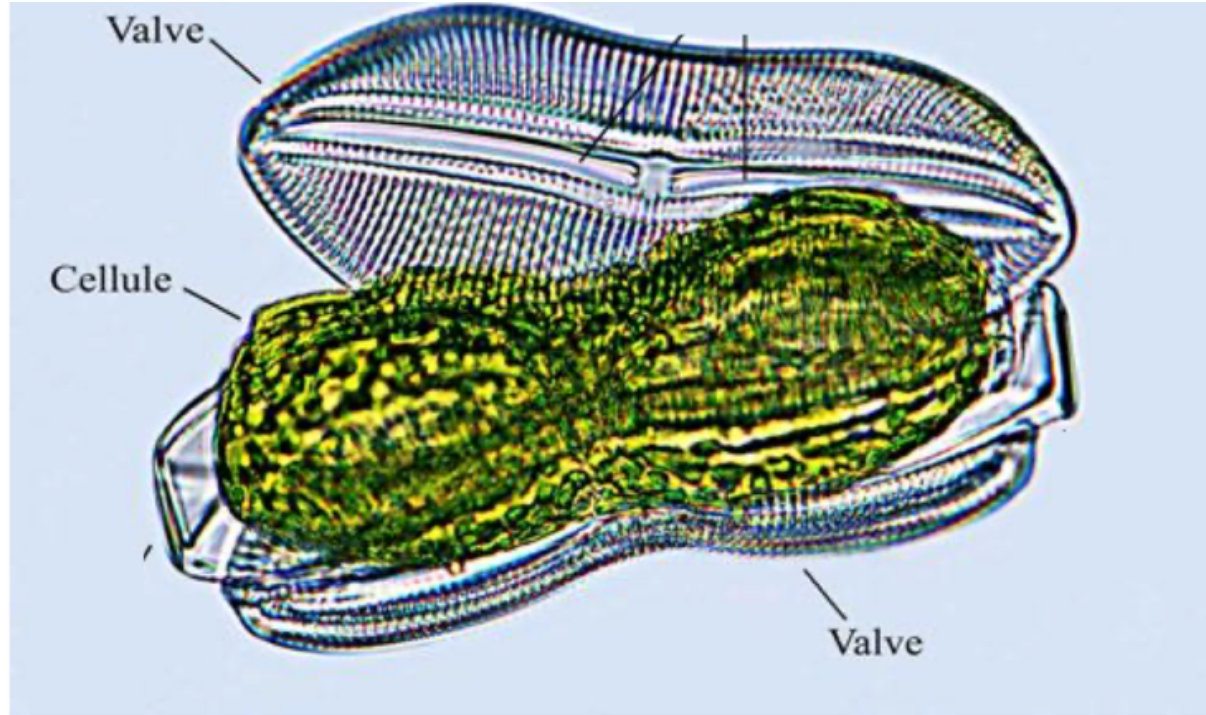
Précisez le type trophique de Nostoc

# EUCARYOTES

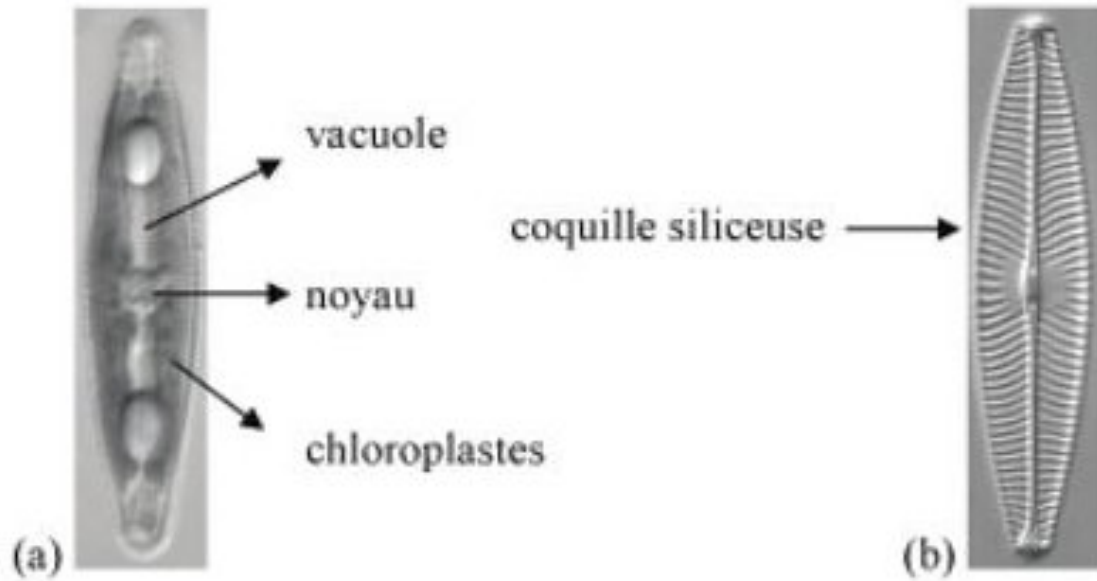
## Rappels : Quelques caractères dérivés propres des Eucaryotes :

- ADN contenu dans **un noyau** délimité par une enveloppe nucléaire
- **microtubules** (= polymères de tubuline = constituants majeurs du cytosquelette)
- **flagelle formé de 9 doublets** (parfois triplets) **de microtubules** périphériques associés à 2 microtubules centraux
- présence **de mitochondries**, organites de la respiration cellulaire
- **ADN compacté en chromosomes** lors de la division cellulaire
- **division cellulaire = mitose**, faisant intervenir un fuseau mitotique

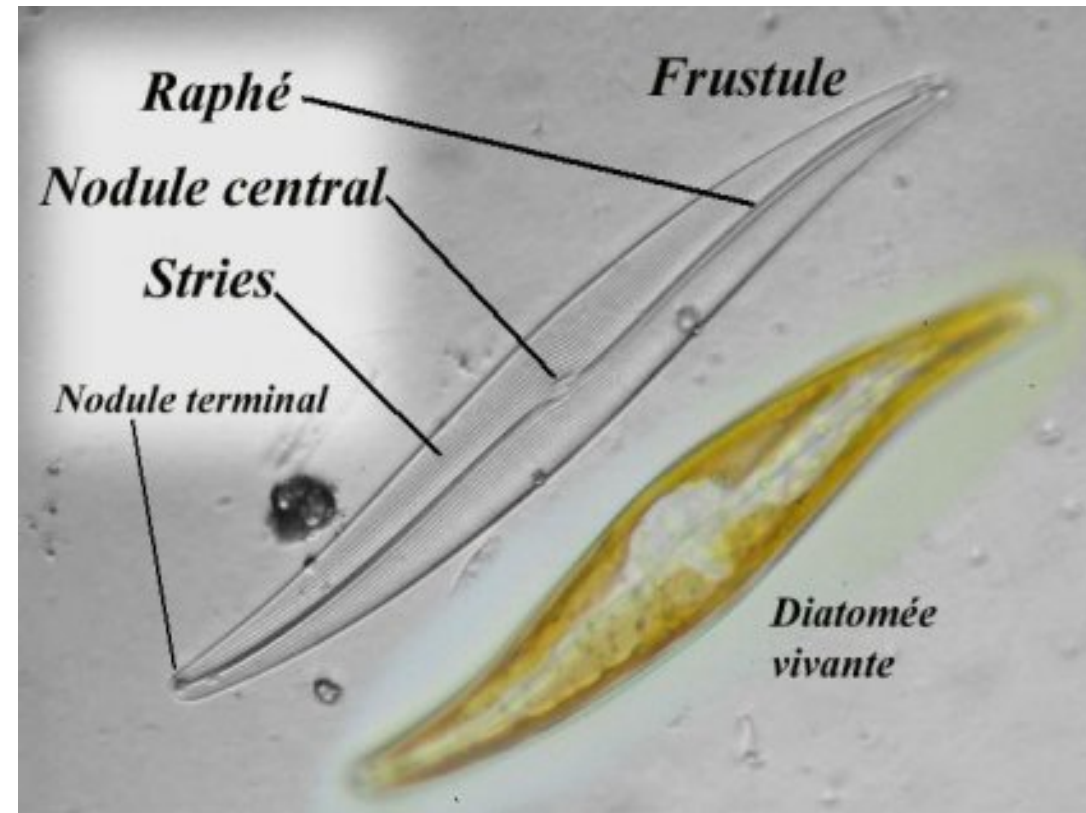
# 1- Les diatomées des biofilms aquatiques



100 μm

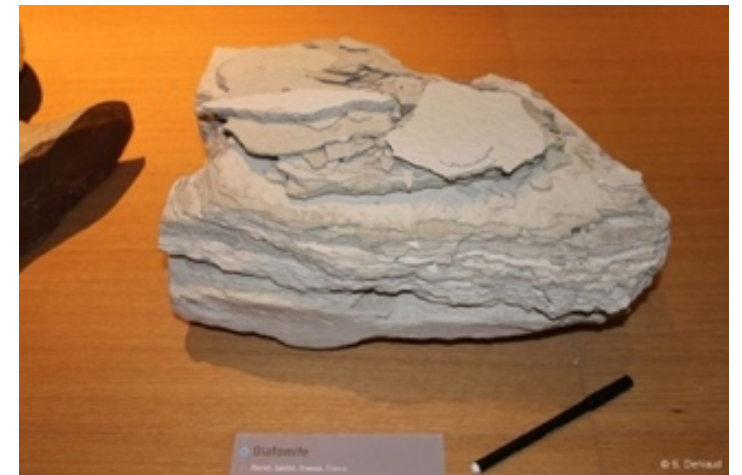


**Figure 1.** (a) *Navicula lanceolata* avec contenu cellulaire.  
(b) *Navicula lanceolata* sans contenu cellulaire.



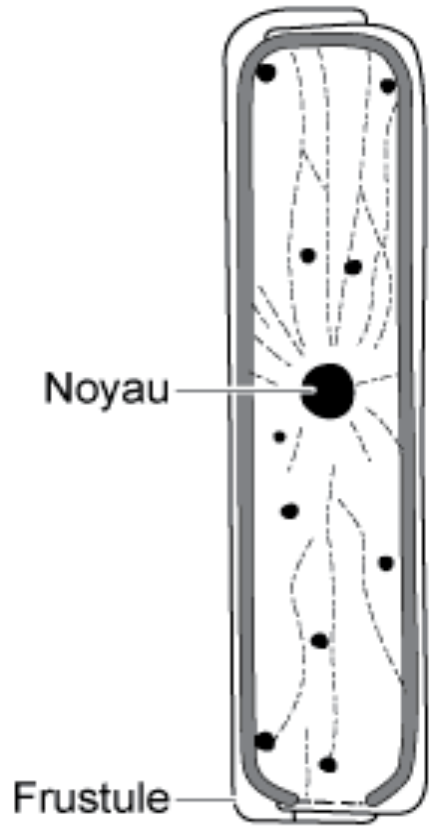
1. Réalisez un montage frais du biofilm prélevé au scalpel de la surface de l'échantillon de cailloux proposé (si échantillon de biofilm à disposition)

2 -Montez entre lame et lamelle le produit du grattage d'une diatomite et identifiez les structures reconnaissables

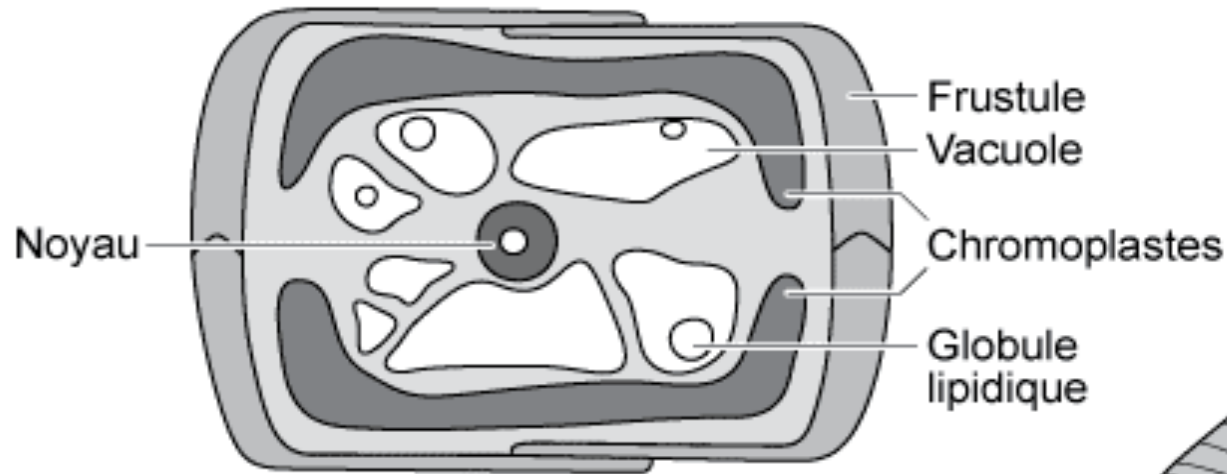


# 1. Les diatomées des biofilms aquatiques

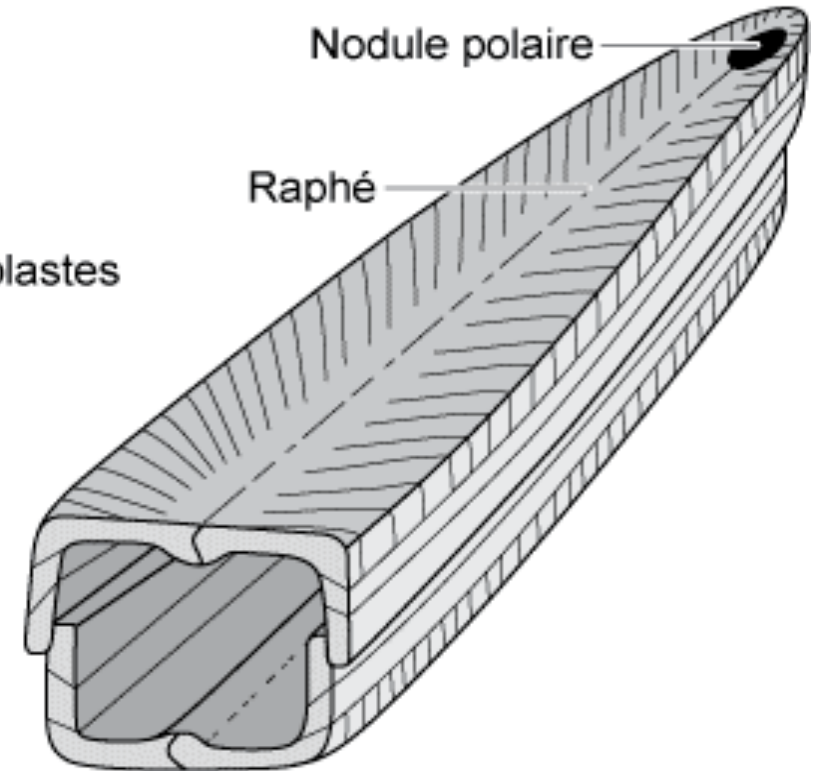
Coupe optique



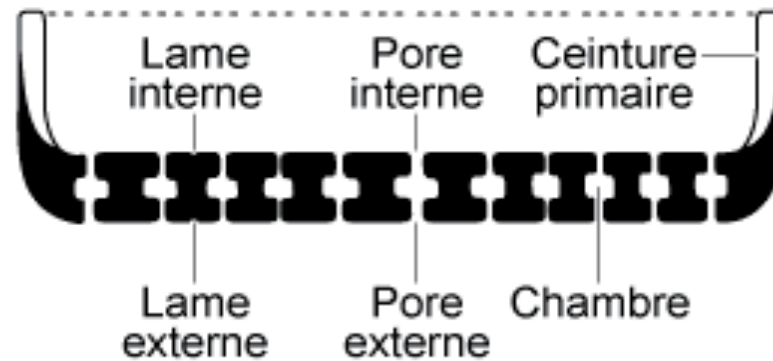
Section transverse idéale



Détails de la frustule



Section longitudinale d'une valve



Document 1 : Cytologie et organisation d'une diatomées du biofilm à la surface des cailloux de cours d'eau

## 2- Chlamydomonas, une algue verte du plancton d'eau douce



Figure : Morphologie de *C. reinhardtii*.

A. *C. reinhardtii* observée en microscopie photonique



## 2- Chlamydomonas, une algue verte du plancton d'eau douce

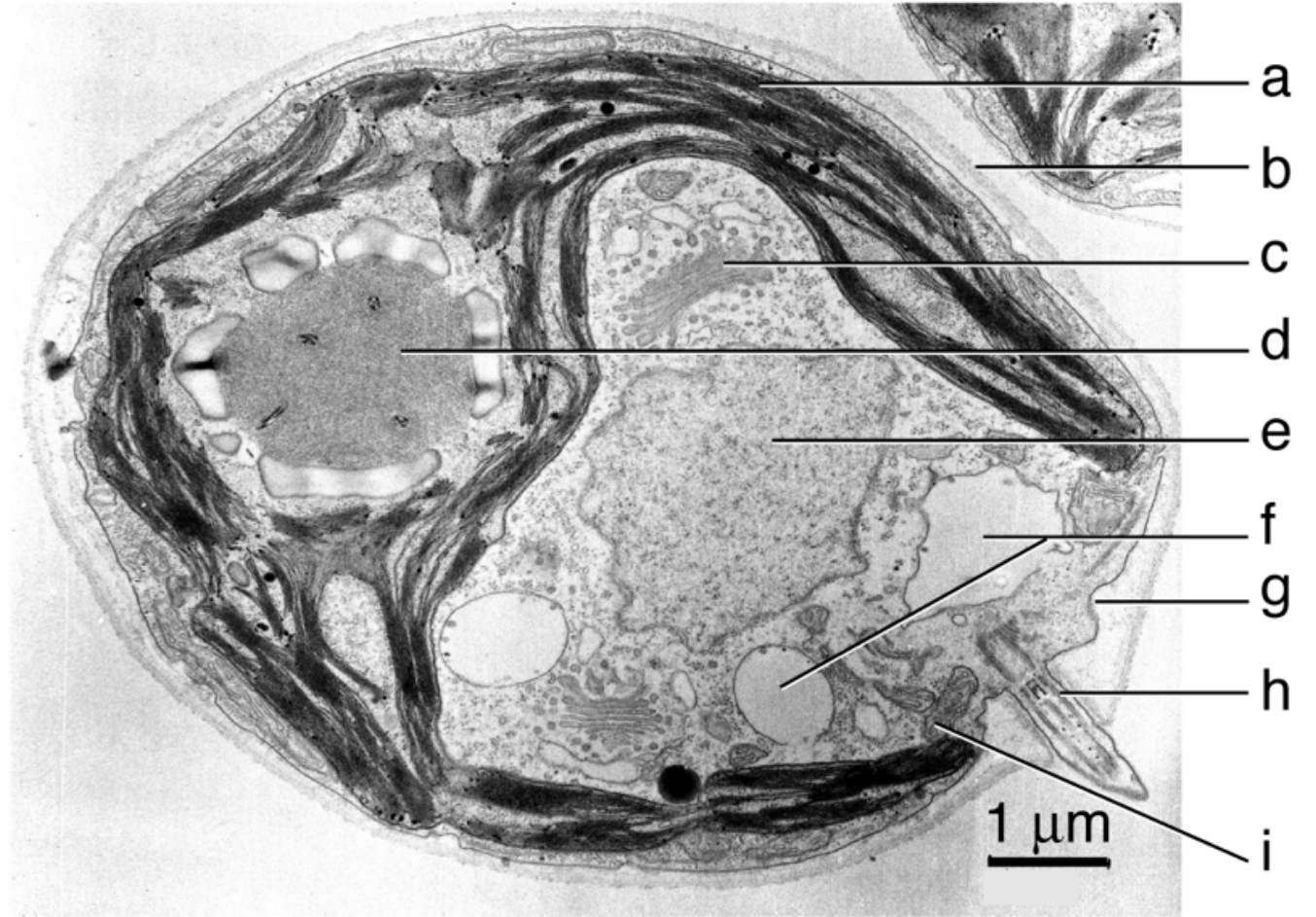
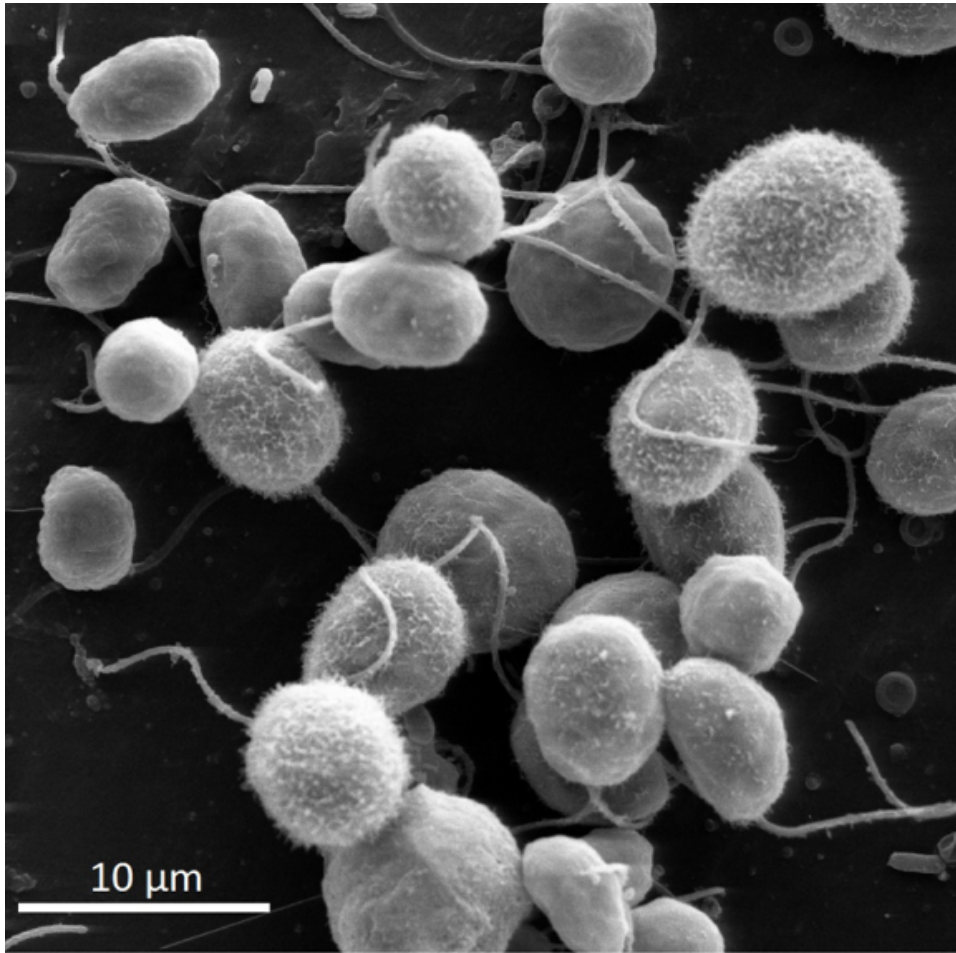
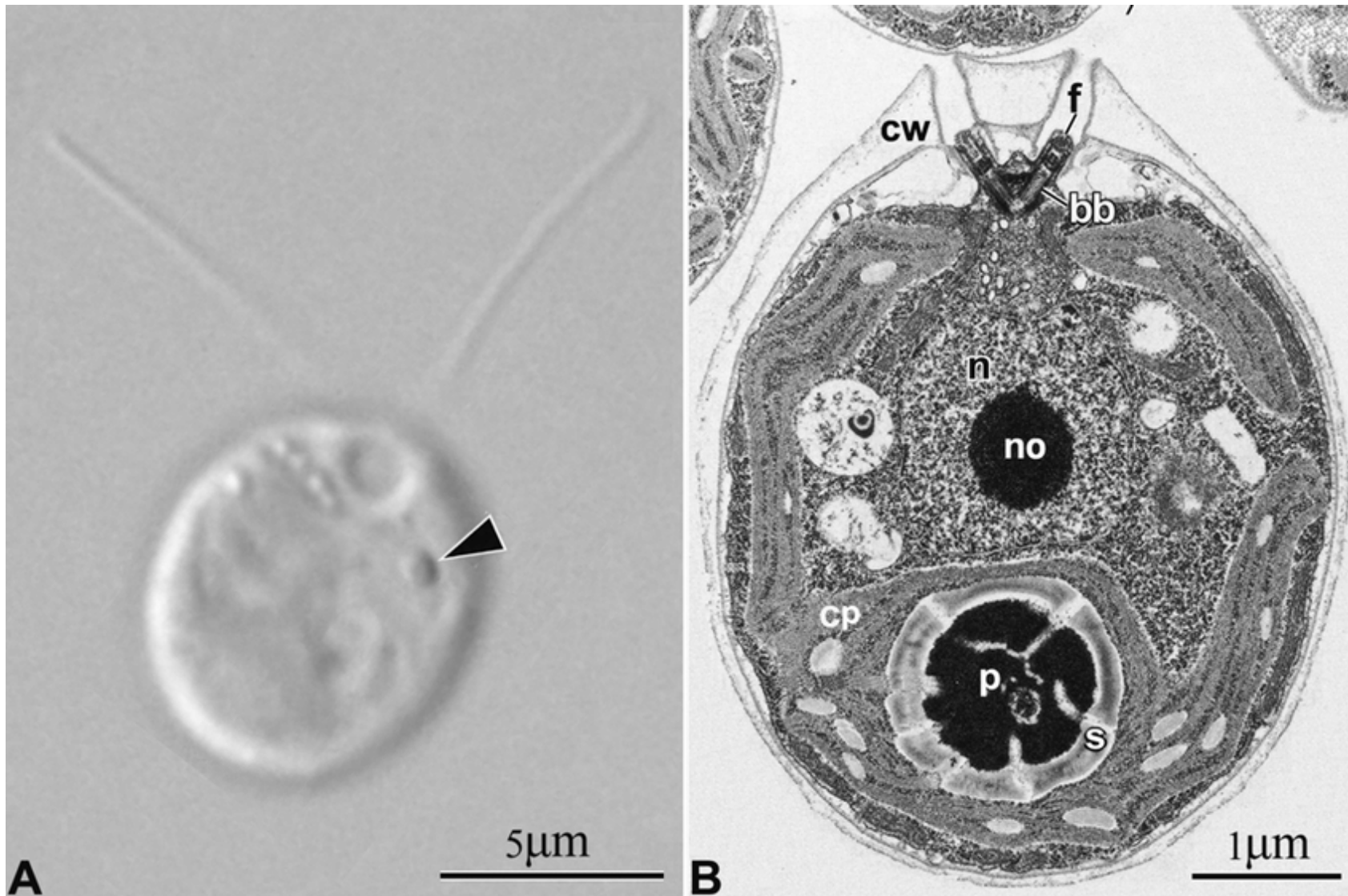


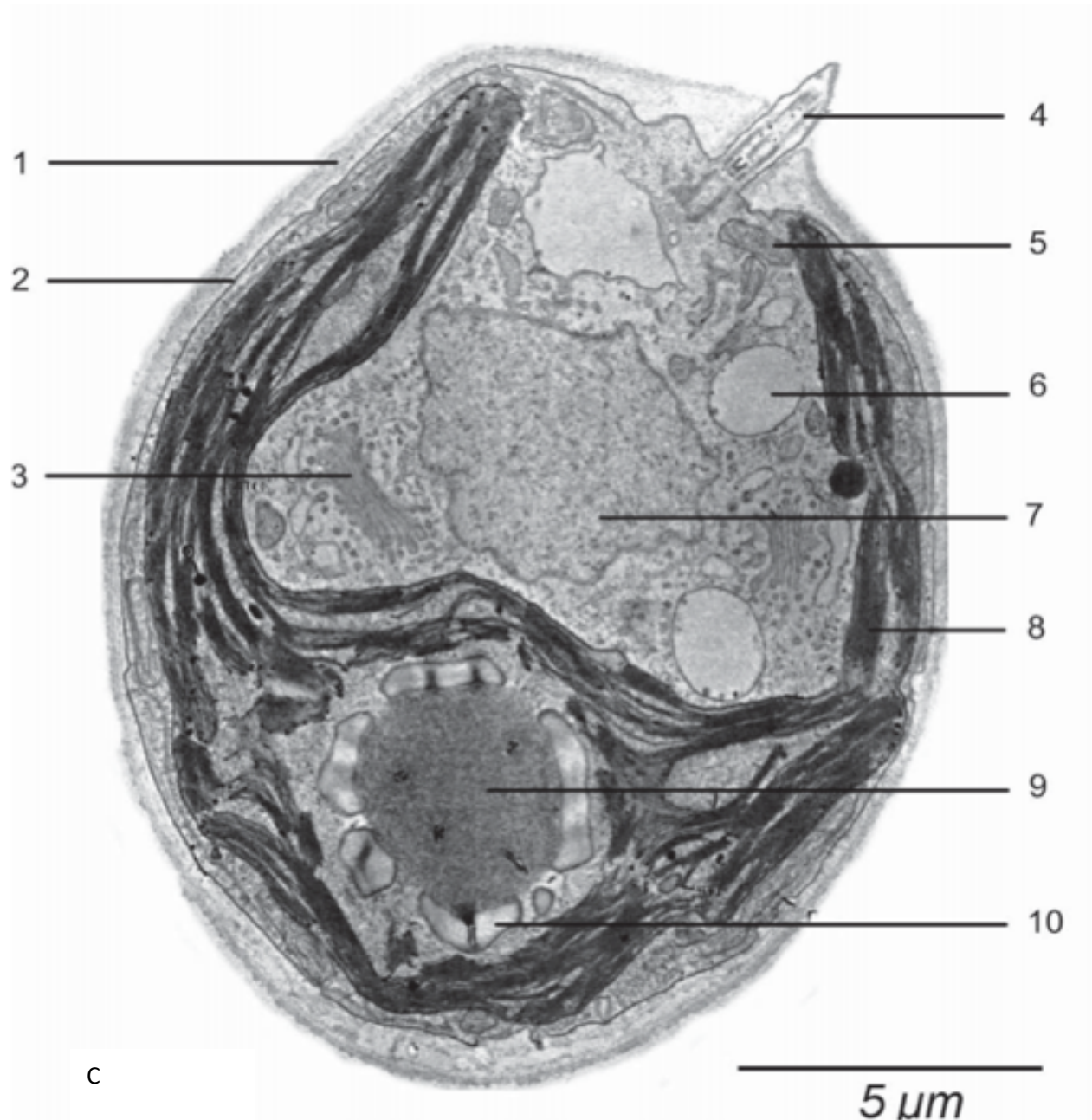
Figure : Morphologie de *C. reinhardtii*.

- A. *C. reinhardtii* observée en microscopie électronique à balayage.
- B. Section fine de *C. reinhardtii* observée au M.E.T



**Document 7 :**  
Cytologie de  
*Chlamydomonas*

1- Observez une préparation microscopique de *Chlamydomonas* et identifiez les structures visibles



**2- Légendez les électronographies et justifiez de la position phylogénétique de cet organisme.**

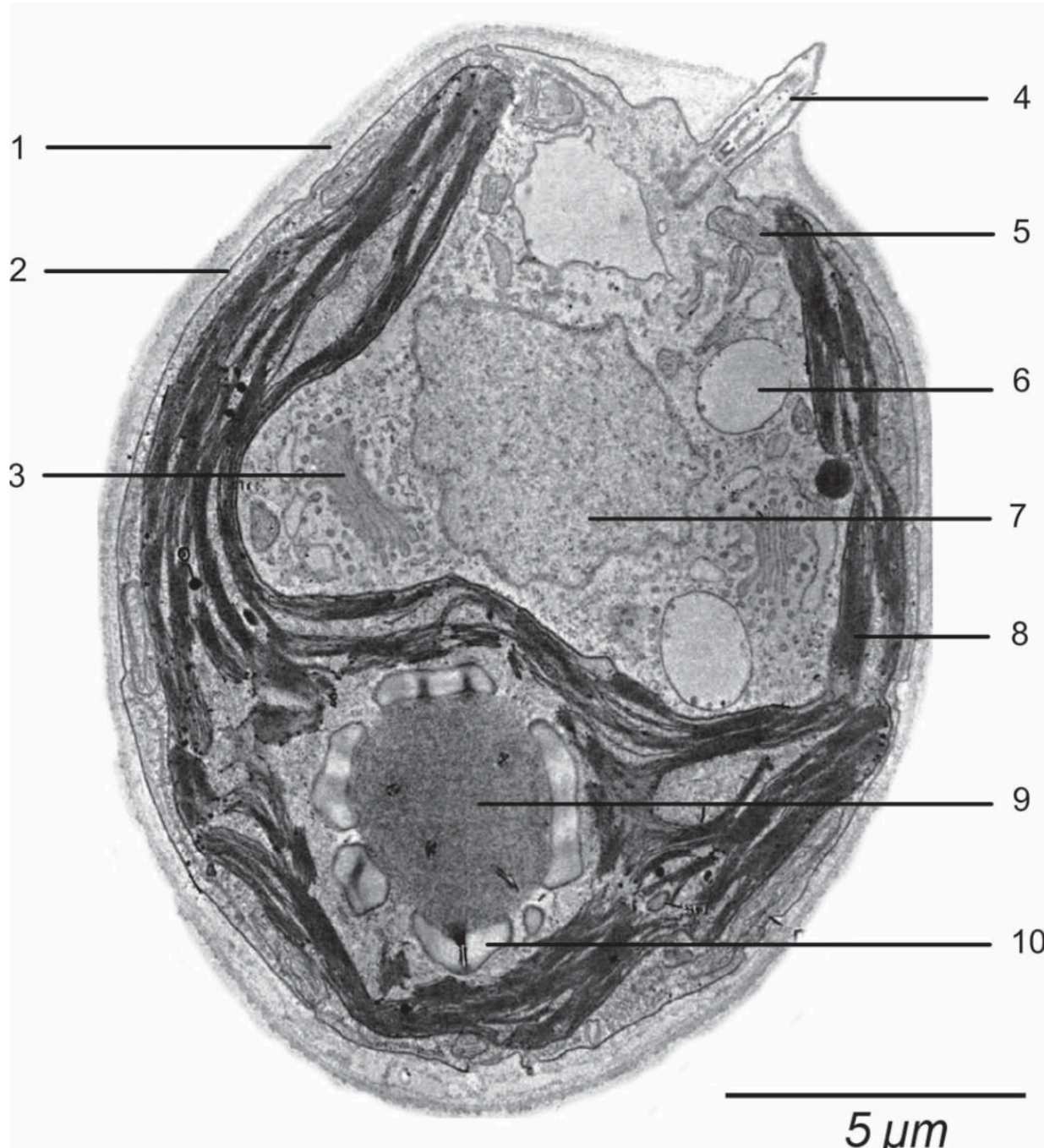
## Les grandes lignées eucaryotes

<p><b>Opisthochontes</b> (opistho = derrière, chonte = flagelle)  <b>Groupe monophylétique</b>, frère des Amoebozoaires, avec lequel il partage des synapomorphies : flagelle unique propulseur (<b>puiselle</b>), <b>mitochondries à crêtes aplaties</b>, <b>glycogène et chitine</b>  Généralement <b>hétérotrophes</b></p> <p><b>Unikontes</b></p>	<p><b>Métazoaires</b>  Collagène dans la MEC  Fibronectines, intégrines. Desmosomes  Centriole  La méiose donne directement les gamètes, l'ovogenèse donne un seul gamète</p> <p><b>Eumycètes : champignons</b>  Phylogénie moléculaire basée sur ARNr 18S  Voie métabolique de biosynthèse de la lysine totalement originale  Osmotrophes (nutrition à partir de substances dissoutes)</p>
<p><b>Bikontes</b></p> <p><b>Plantae ou Archaeplastidia ou « lignée verte »</b>  <b>Groupe monophylétique</b> : <b>plaste à deux membranes</b> contenant  <b>Chlorophylle a et b</b>  Amidon stocké hors du chloroplaste  Les deux su de la rubisco codées par des gènes chloroplastiques</p>	<p><b>Algues rouges : rhodobiontes</b>  Perte des centrioles.  <b>Membrane nucléaire persiste pendant la mitose</b>  <b>Phycobilosomes</b> : contiennent phycoérythrine et phycocyanine.  ADN chloroP non circulaire  Amidon floridéen sur chloroplaste : pyrénoides</p> <p><b>Chlorobionte</b></p> <p>ChloroP verts : pas de pigments accessoires venant les masquer.  Groupement des thylak  Pyrénoïde dans le chloroplaste</p> <p>Le gène codant pour la petite su de la rubisco transféré au noyau  Ulvophytes : Ulve. Acetabularia. Caulerpa.</p> <p>Chlamydomonas.  Caractères basés sur flagelle.  Embryophytes</p>

paroi

membrane  
plasmique

appareil  
de Golgi



départ du  
flagelle

mitochondrie

vacuole

noyau

grana du  
chloroplaste

pyrénoïde

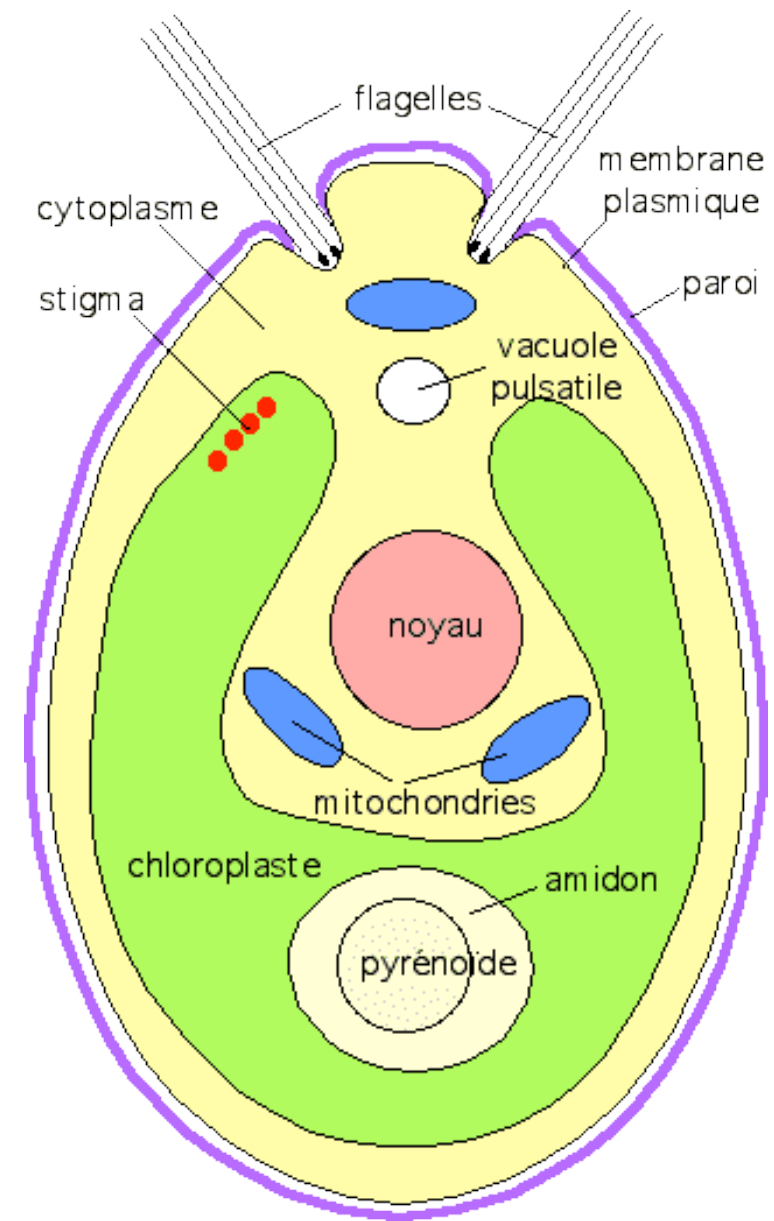
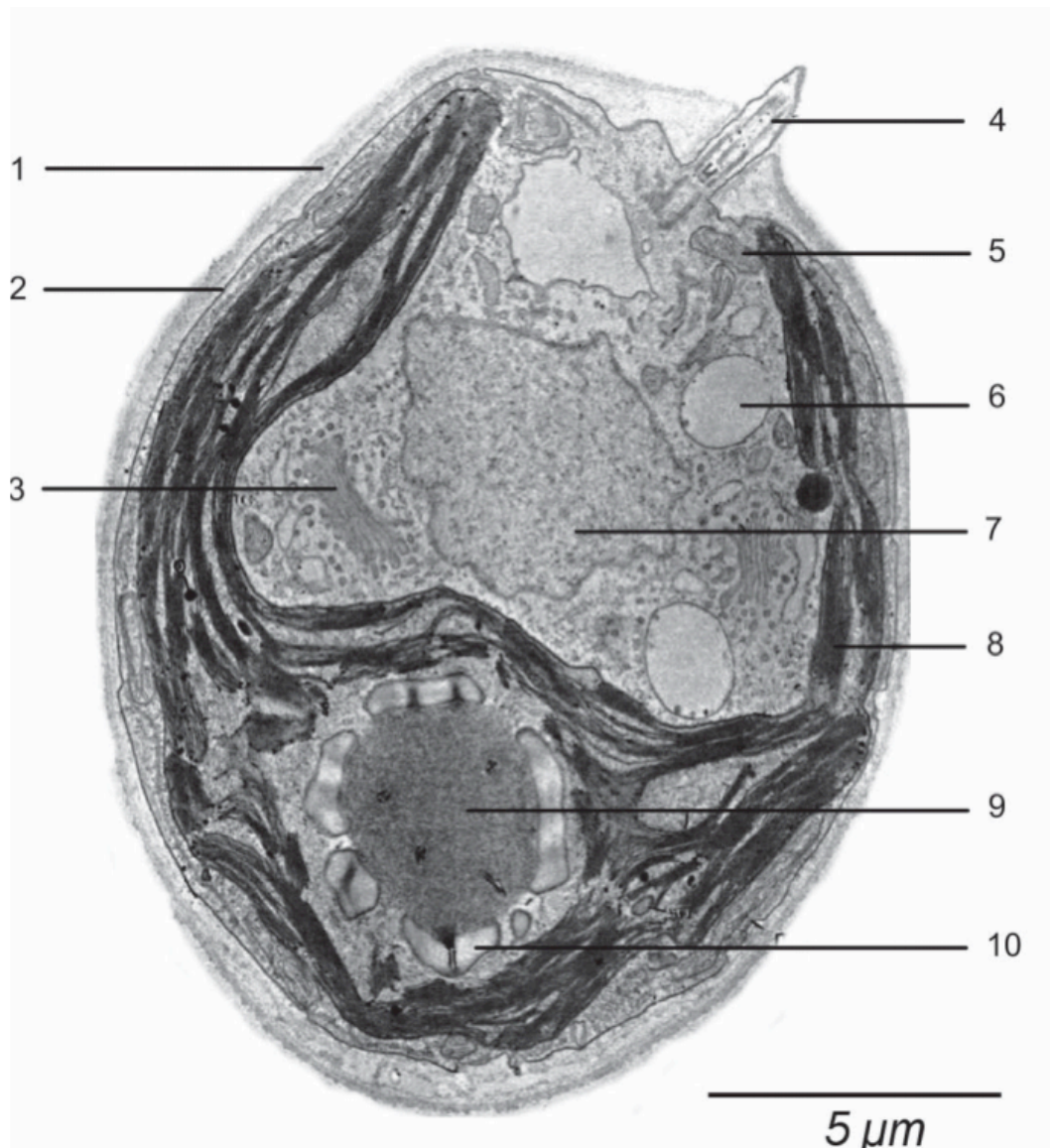
amidon

EUCARYOTE

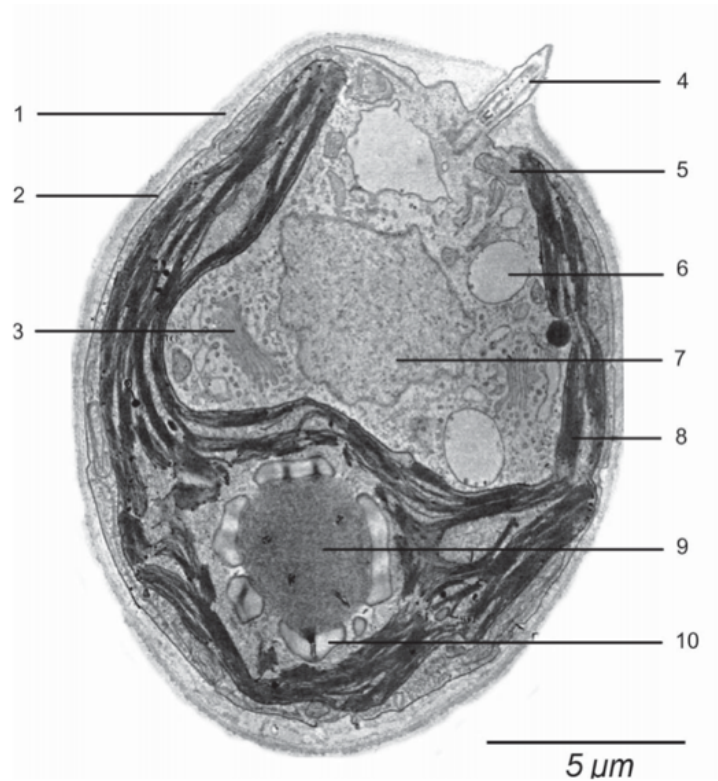
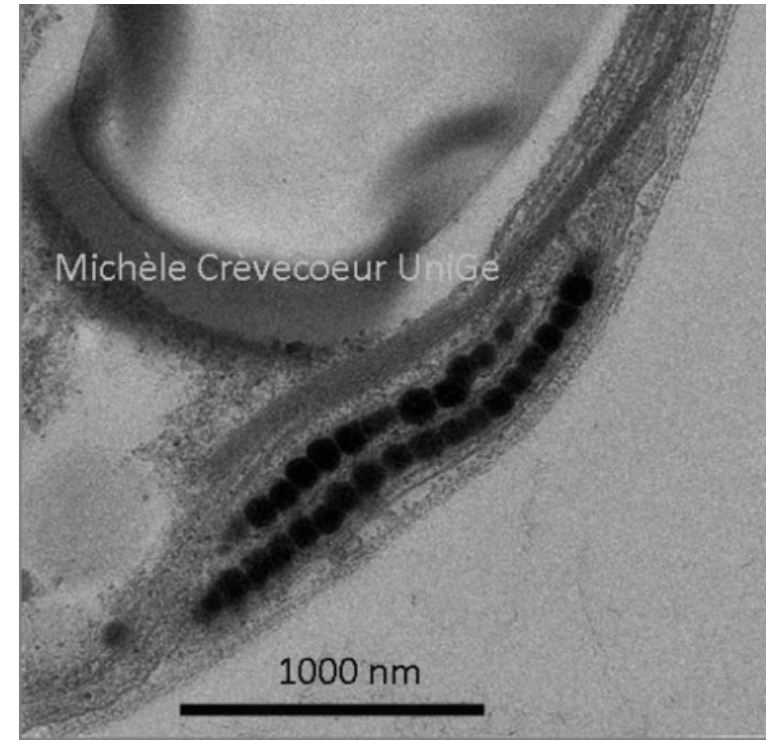
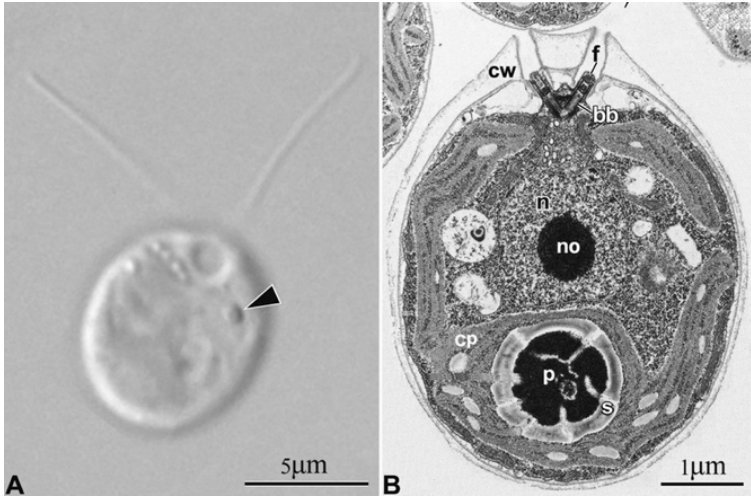
Lignée  
Verte

Chlorophyte

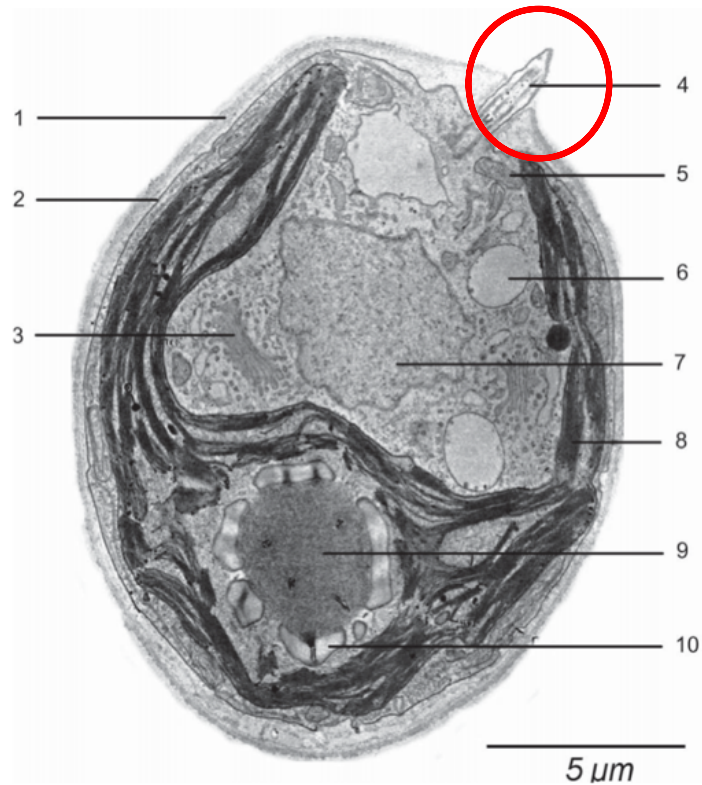
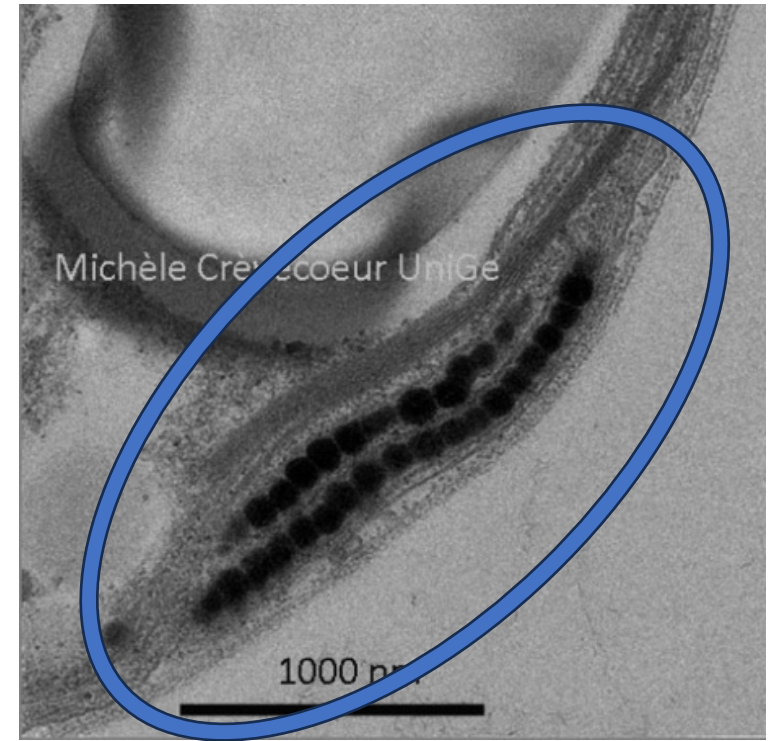
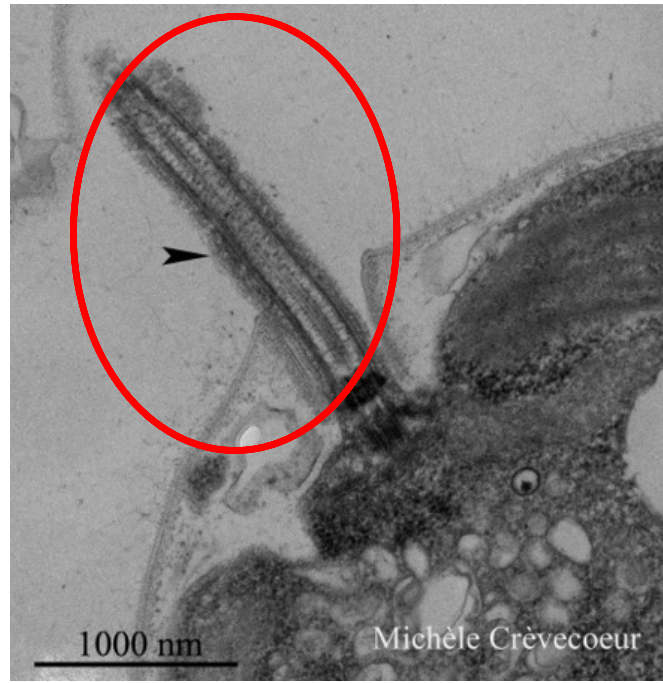
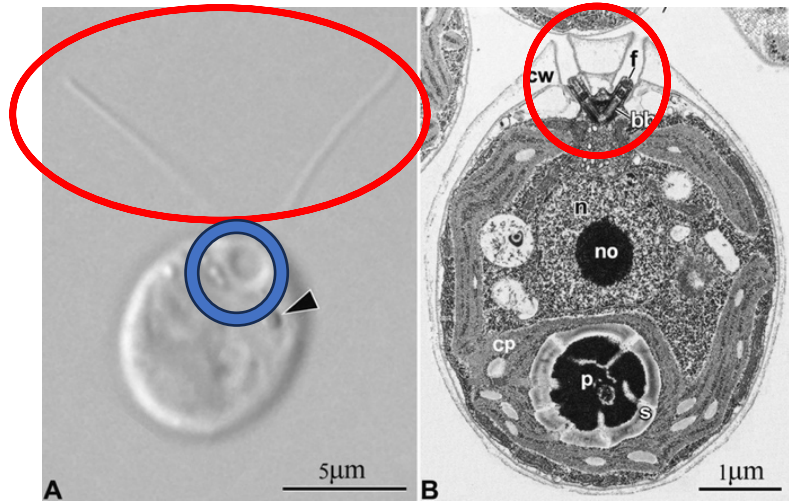




Le *Chlamydomonas* est une algue verte unicellulaire pourvue de deux flagelles. Il contient un seul chloroplaste en forme de cloche. La structure de ce chloroplaste est proche de celle des végétaux supérieurs (<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia>)



*3- Nommez et positionnez sur les documents les structures qui participent au phototactisme positif de cet organisme.*



*3- Nommez et positionnez sur les documents les structures qui participent au phototactisme positif de cet organisme.*

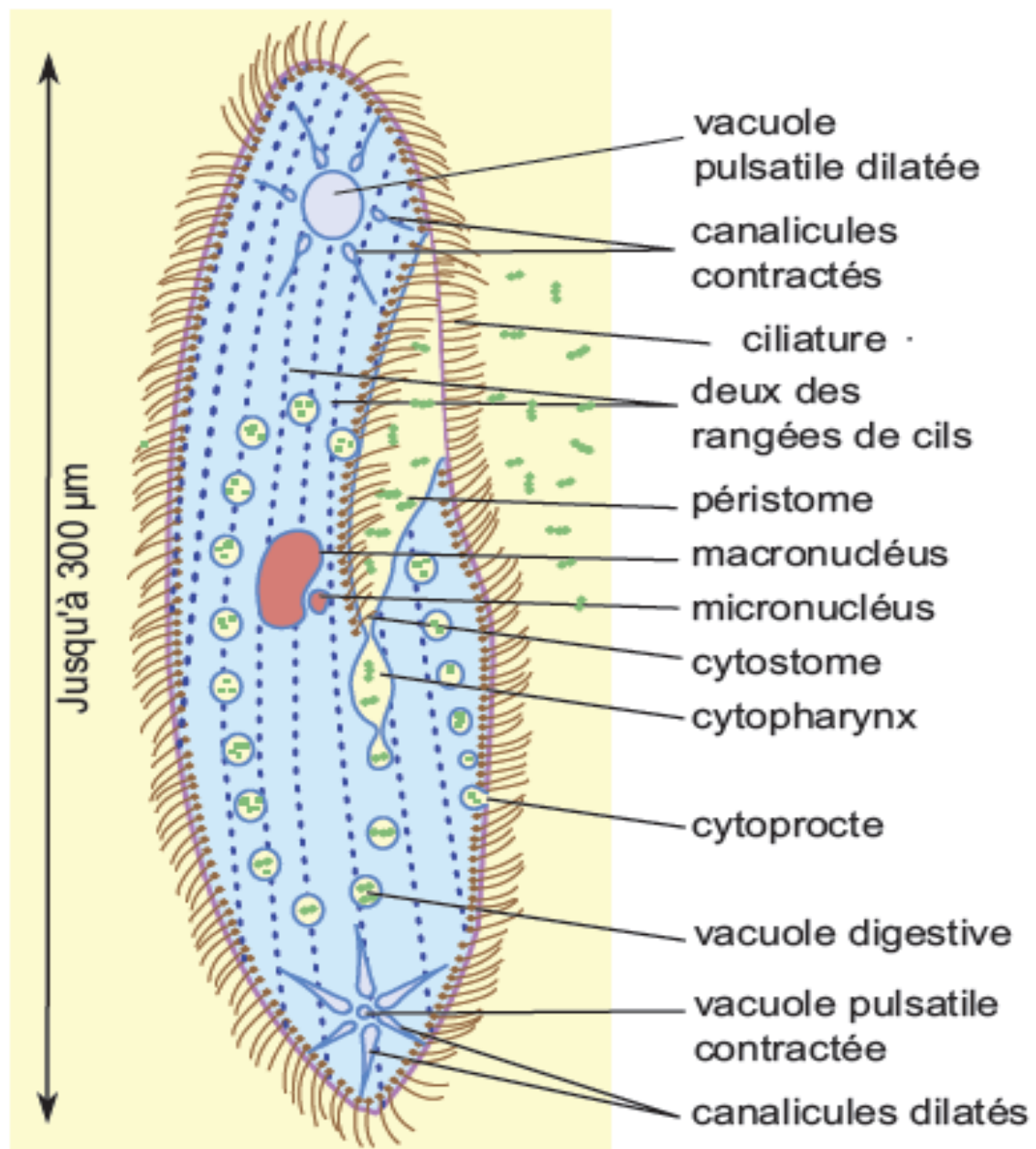
**FLAGELLE** et **STIGMA**



### 3. La paramécie de l'eau croupie



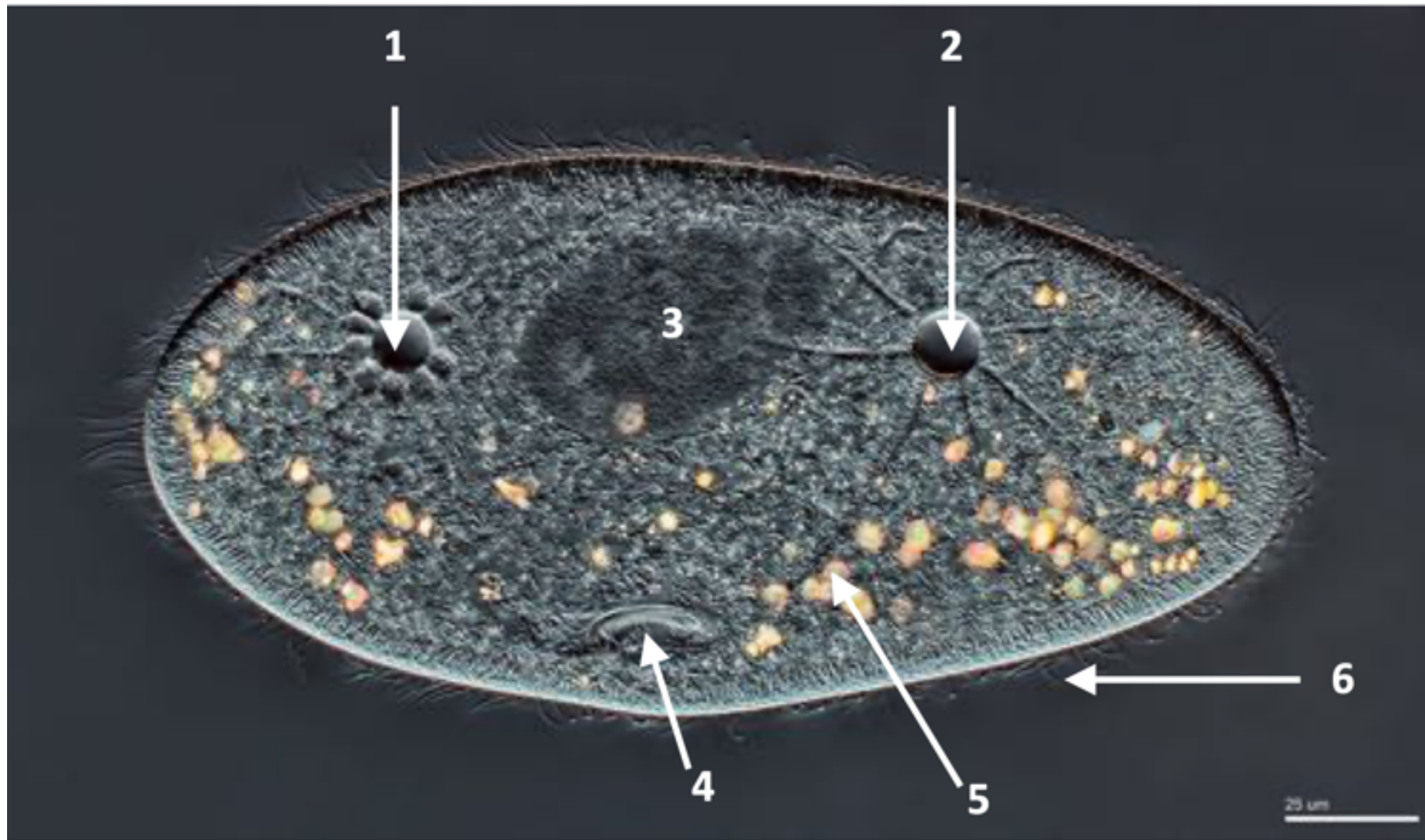
Document 3 : Cytologie et organisation de la paramécie (MP ; x 250)



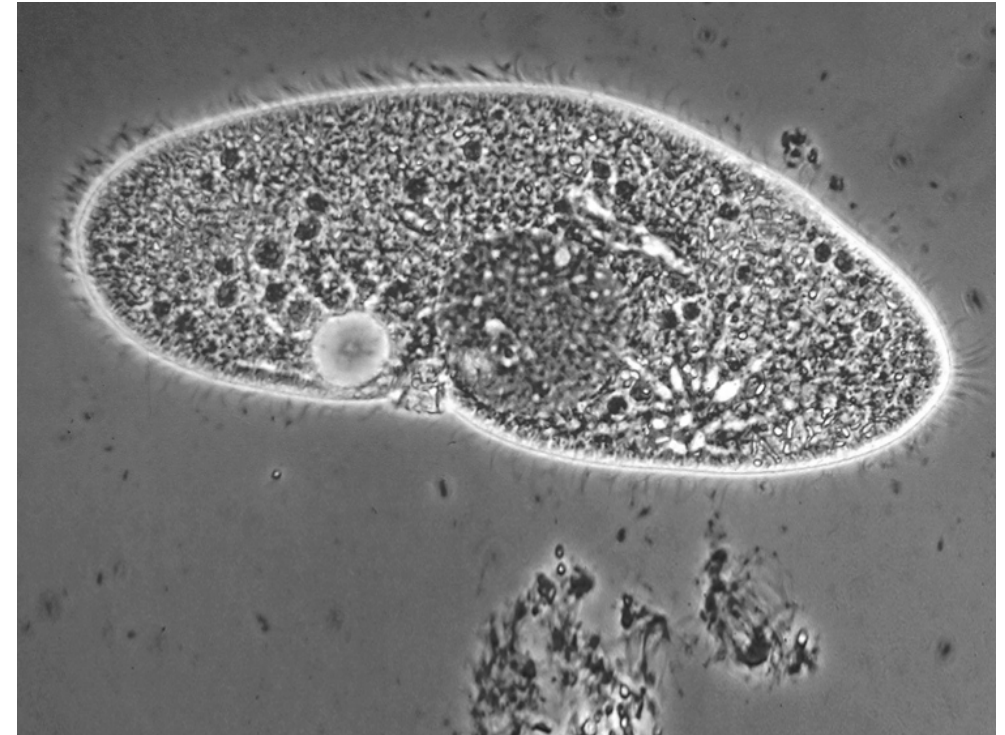
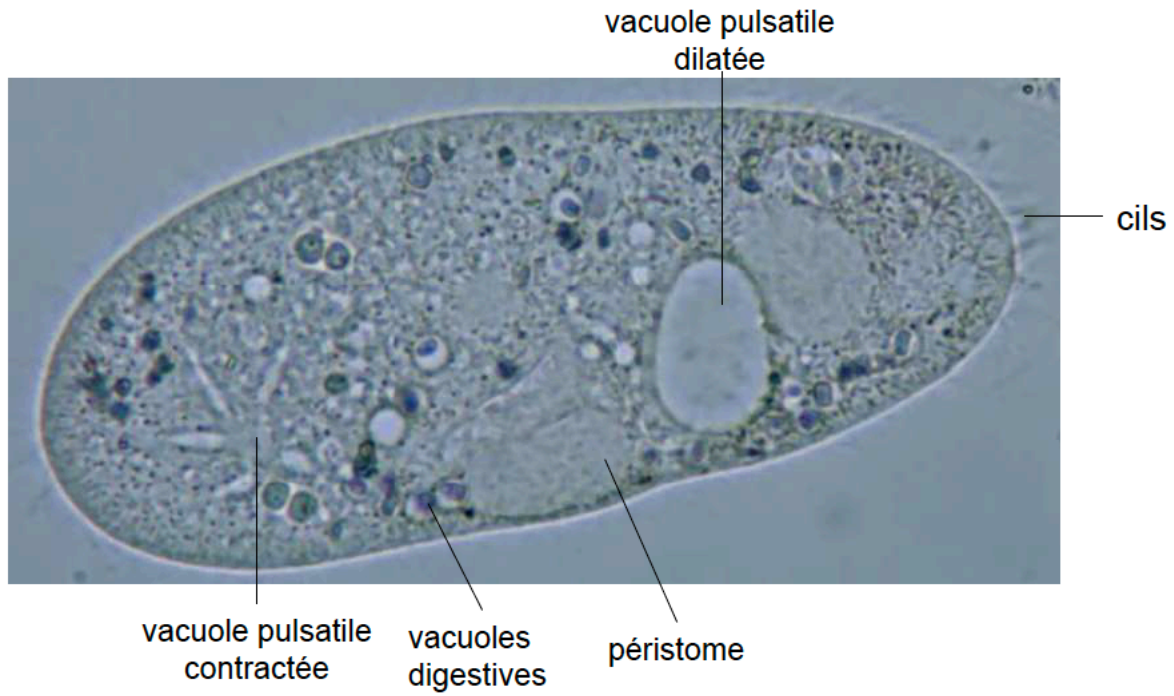


© Jean-Marc Babalian 2008

## Doc 8 : ultrastructure de Paramécium



## *Observation de paramécies vivantes*



1- Réalisez plusieurs observations d'une culture de paramécie (1 ou 2 selon temps imparti ; diversifier par paillasse les observations) :

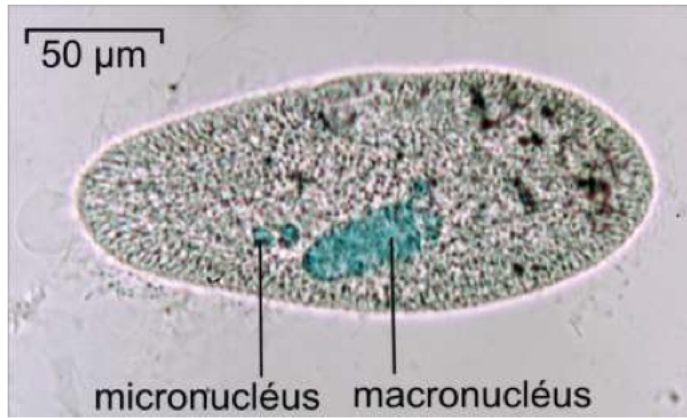
- sans coloration : on peut ralentir le déplacement des paramécies en plaçant des fibres de coton hydrophiles sur la lame ou de l'eau glycinée

- avec ajout d'une goutte de vert de méthyle (mise en évidence du macronucléus voire micronucléus)

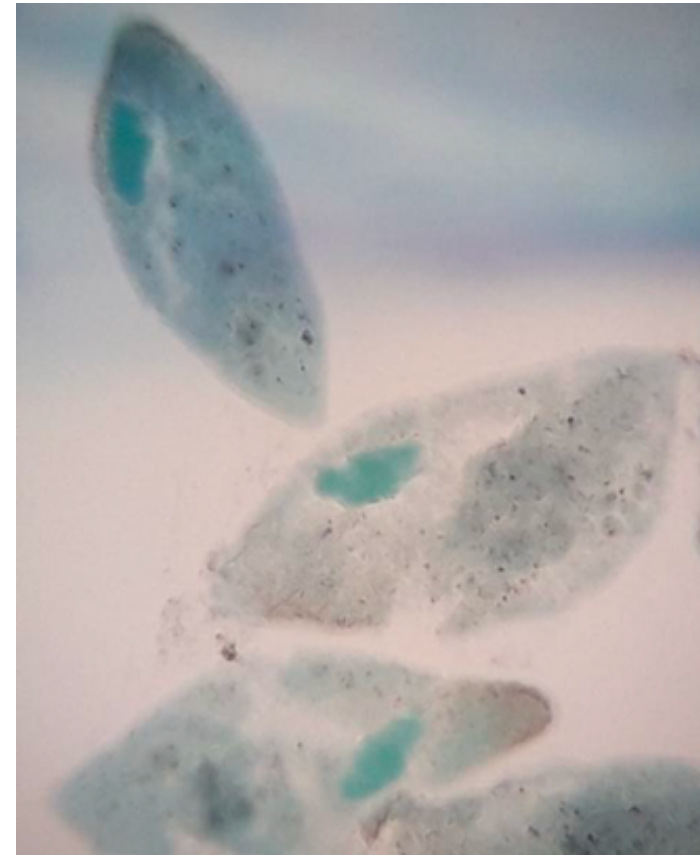
- avec ajout d'une goutte d'eau iodée coloration à l'eau iodée permet d'immobiliser les paramécies et de bien visualiser les cils autour de la paramécie

- avec ajout de rouge neutre (mise en évidence de vacuoles digestives)

- *Paramecium caudatum* colorée avec du rouge neutre



*Observation de paramécies : après coloration au vert de méthyle acétique*





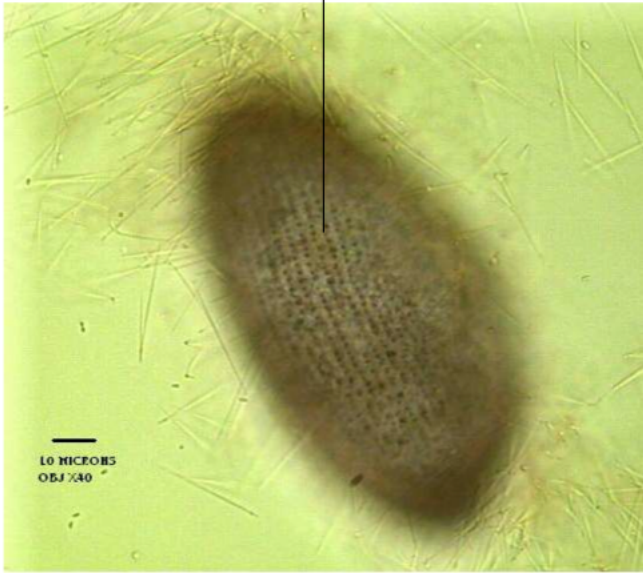
Observation de  
paramécies  
Après coloration eau  
iodée

trichocystes

cils



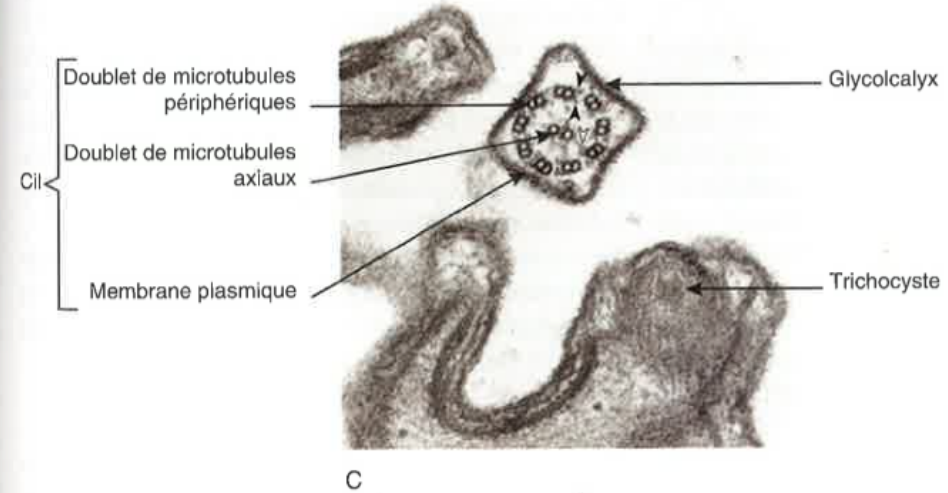
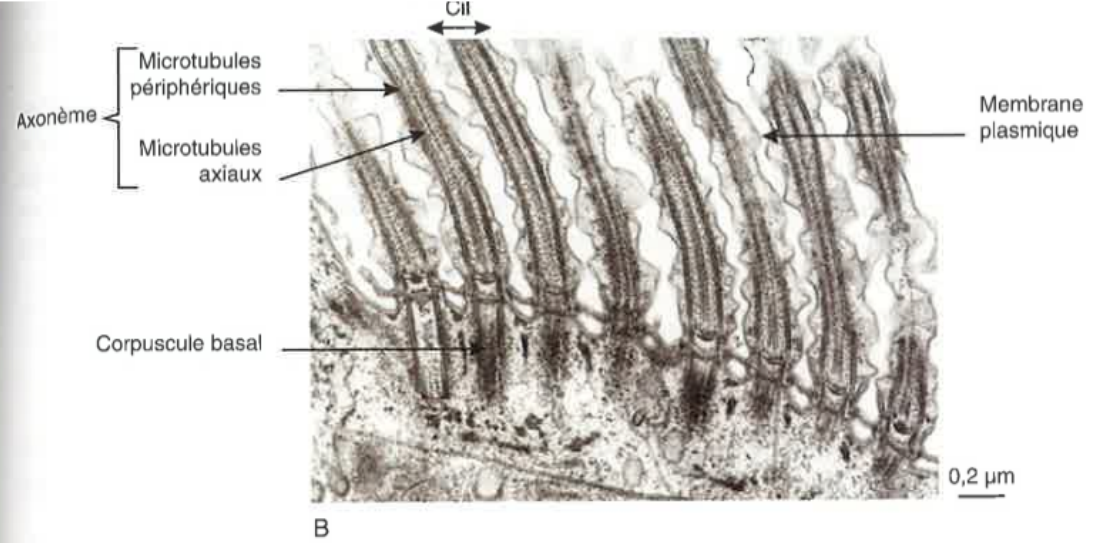
rangée de cils locomoteurs



coloration  
à l'eau iodée

ciliature

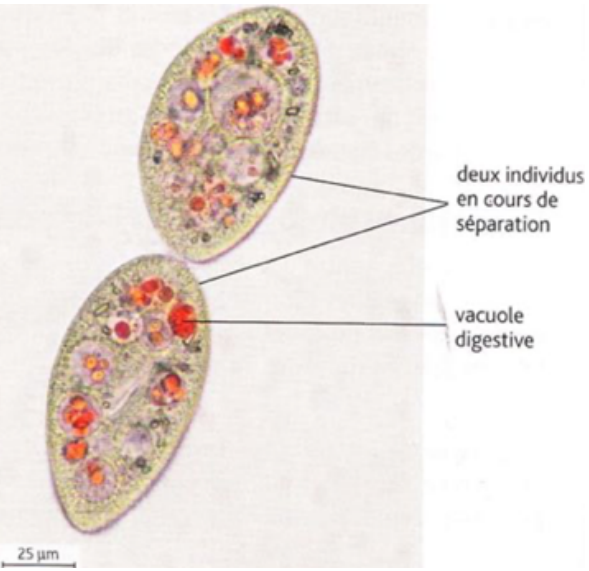




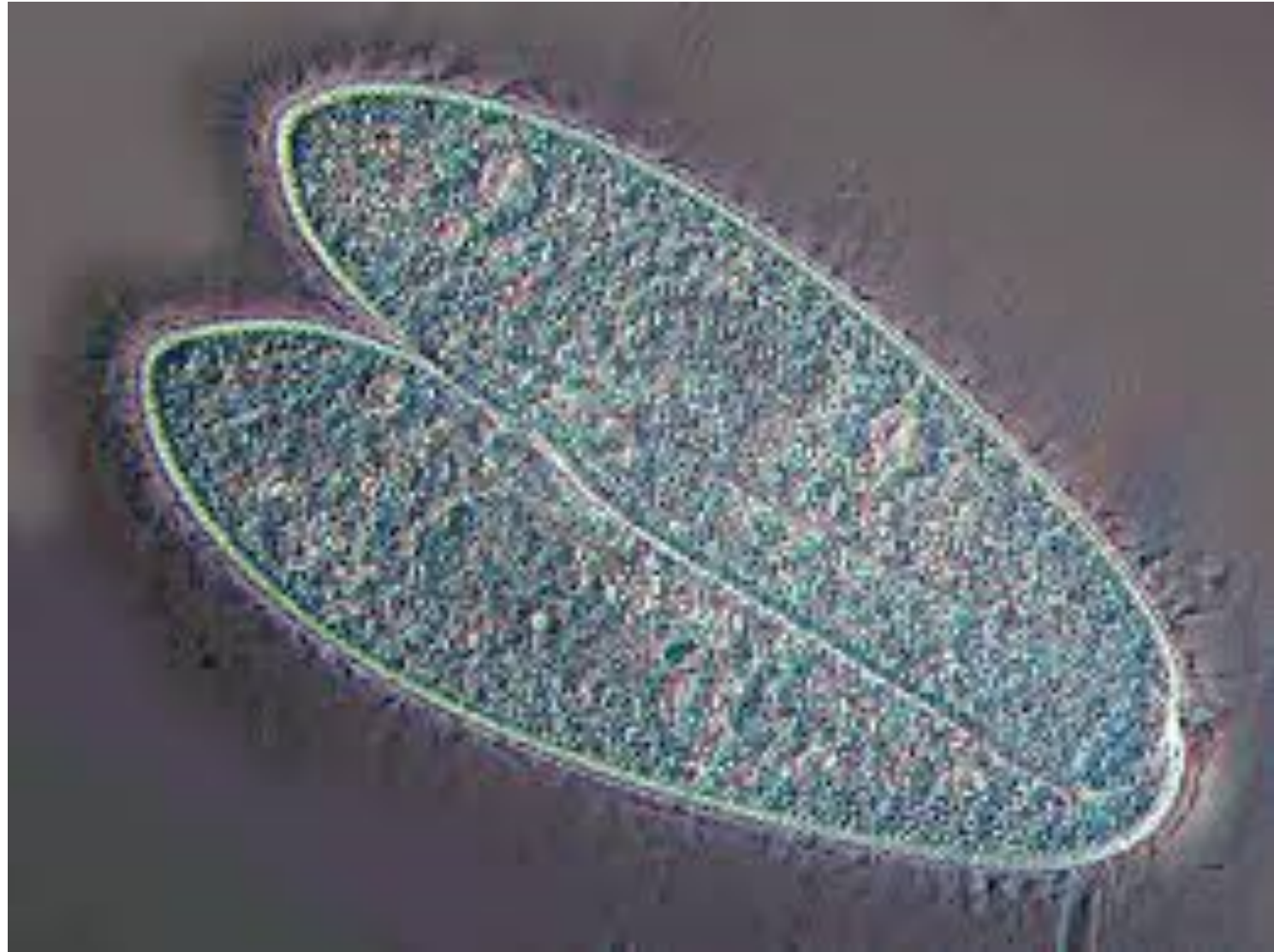
**Figure TP6.2b**  
Ciliature de la paramécie  
(*Paramecium caudatum*)

A. Observation externe vue en microscopie à balayage. Les cils sont disposés selon des rangées longitudinales formant des cinéties.  
B. Coupe longitudinale dans plusieurs cils parallèles.  
C. Coupe transversale dans un cil.  
Têtes de flèches noires: bras de dynéines interne et externe;  
tête de flèche blanche: fibres rayonnantes entre les doublets de microtubules périphériques et le doublet axial.  
Le trichocyste est une structure ovoïde fermée par un opercule

dont l'ouverture libère un liquide coagulant au contact de l'eau en un long filament. Il est admis que ces filaments ont un rôle défensif: ils paralyseraient d'éventuels prédateurs. Les trichocystes ne fonctionnent qu'une fois.  
Cliché A réalisé et aimablement communiqué par T. Blisnik (Institut Pasteur)  
Clichés B et C réalisés et aimablement communiqués par R. Allen (Pacific Biosciences Research Center, University of Hawaii at Manoa)



*Paramécies, coloration au rouge neutre (mo x400), reproduction asexuée par division binaire*



*2- Dégagez les caractéristiques de leur groupe phylogénétique.*

**GROUPE MONOPHYLÉTIQUE**

**EUCARYOTE**

**(ALVEOLOBIONTE : nbres vésicules sous membranaires)**

**CILIÉS (CILIOPHORA) : cils cellulaires à leur surface à au moins un instant de leur cycle.**

**Perte des plastes, gènes plastidiaux nucléaires**

<p><b>Hétérochontes ou straménopiles</b>  Appareil cinétique à 2 flagelles dissemblables  Réticulum périplastidial.  Ni amidon, ni glycogène mais <math>\beta</math> 1-3 glucane comme molécule de réserve  4 membranes au chloroplaste : endosymbiose secondaire : endocytose d'une rhodophyte unicellulaire possédant déjà un chloroplaste.</p>	<p><b>Phaeophycées = algues brunes</b>  Fucus, laminaire  <b>Bascillariophycées</b>  Diatomées : parois siliceuses ; Centriques ou pennées.  <b>Oomycètes</b>  perte du chloroplaste : mildiou de la vigne.  <b>Haptophytes : Coccolithophoridés</b>  La cellule porte une expansion filamenteuse appelé haptotème  Surface cellulaire recouverte d'écailles calcifiées</p>
<p><b>Alvéobiontes</b>  <b>Groupe monophylétique</b> (nombreuses vésicules sous-membranaires ).  Perte secondaire des plastes, gènes plastidiaux nucléaires (ciliés)</p>	<p><b>Ciliés</b> : Paramécie. Stentor.  <b>Dinophytes</b> : unicellulaires biflagellés : exple : Peridinium..  <b>Sporozoaires</b> (apicomplexés) : Tous parasites, forment des spores. Exple : plasmodium</p>
<p><b>Rhizarias</b>  Unicellulaires amoéboïdes et/ou flagellés à pseudopodes allongés . Certains sont photosynthétiques.</p>	<p><b>Actinopodes : Radiolaires</b>  Cellule hérissée d'axopodes et de spicules recouverts par du cytoplasme. Axonème constitué de microtubules.  <b>Foraminifères</b>  Filipodes  Test calcaire.  <b>Rhizopodes</b> : Amibe</p>
<p><b>Excavatas</b>  <b>Groupe monophylétique</b> : mitochondries à crêtes discoïdes et épiplasma (cytosquelette sous-membranaire)</p>	<p><b>Discicristés</b>  <b>Euglénobiontes</b> : Euglènes  <b>Trypanosomidés</b> : trypanosome  <b>Parabasalia</b> : Trichomonas</p>

## 4- Le plasmodium et trypanosome, des parasites du sang



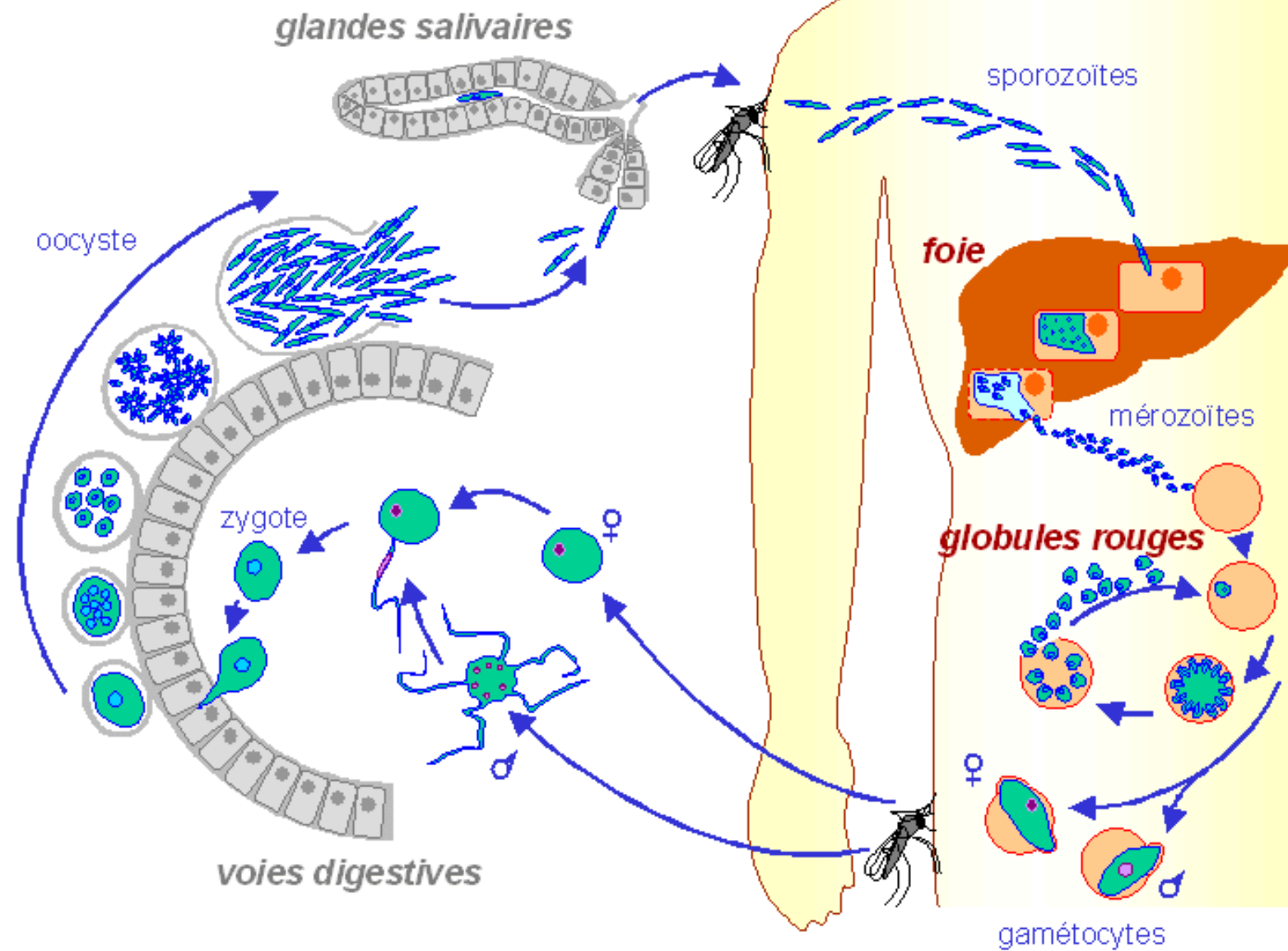
Anophèle femelle, vecteur du parasite Plasmodium (paludisme ou malaria)

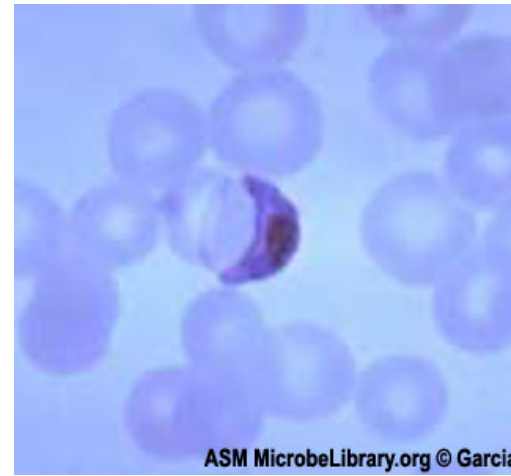
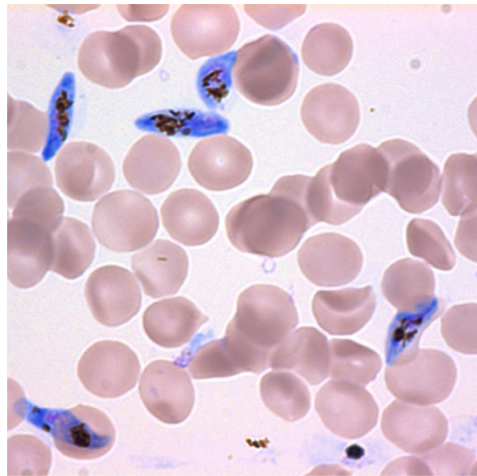


Mouche Tsé-Tsé (glossine sp) , vecteur du parasite Trypanosome (maladie du sommeil)

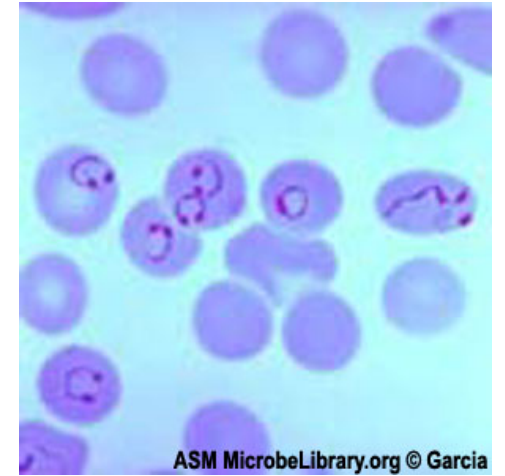
Multiplication asexuée  
(foie et globules rouges humains)

Reproduction sexuée  
(intestin d'anophèle)



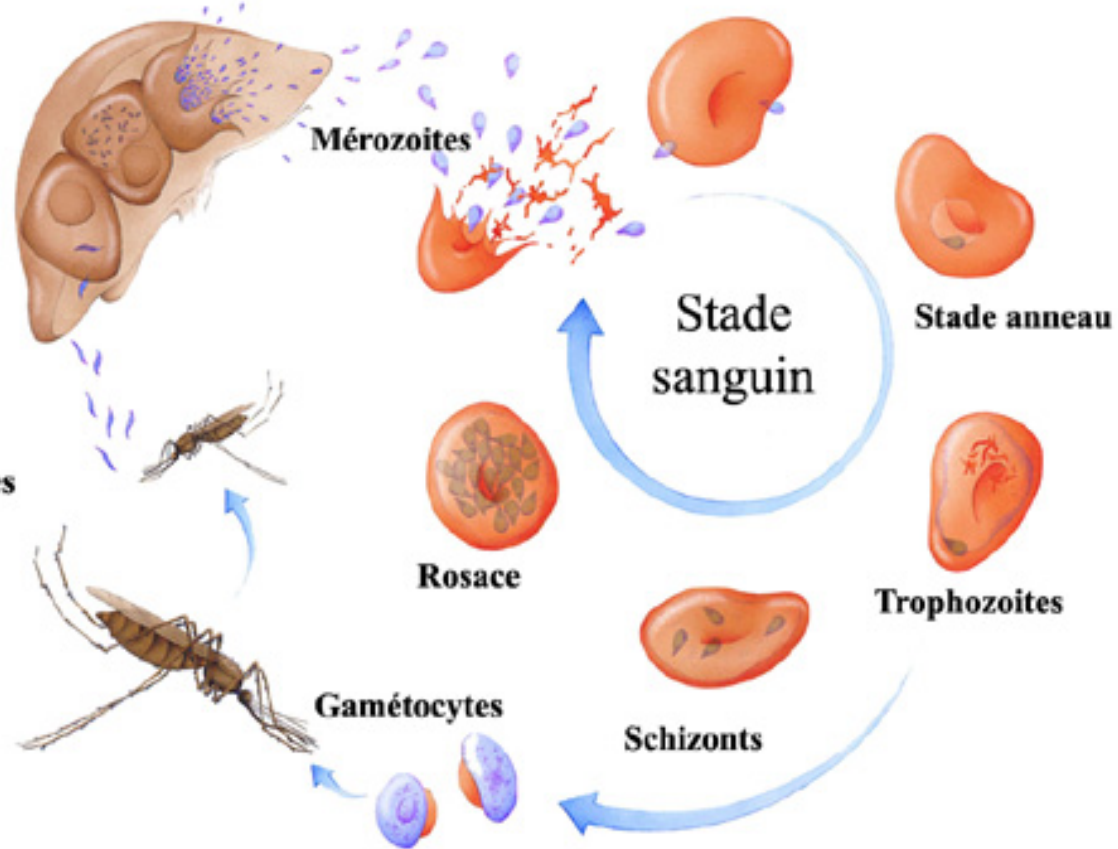


ASM MicrobeLibrary.org © Garcia



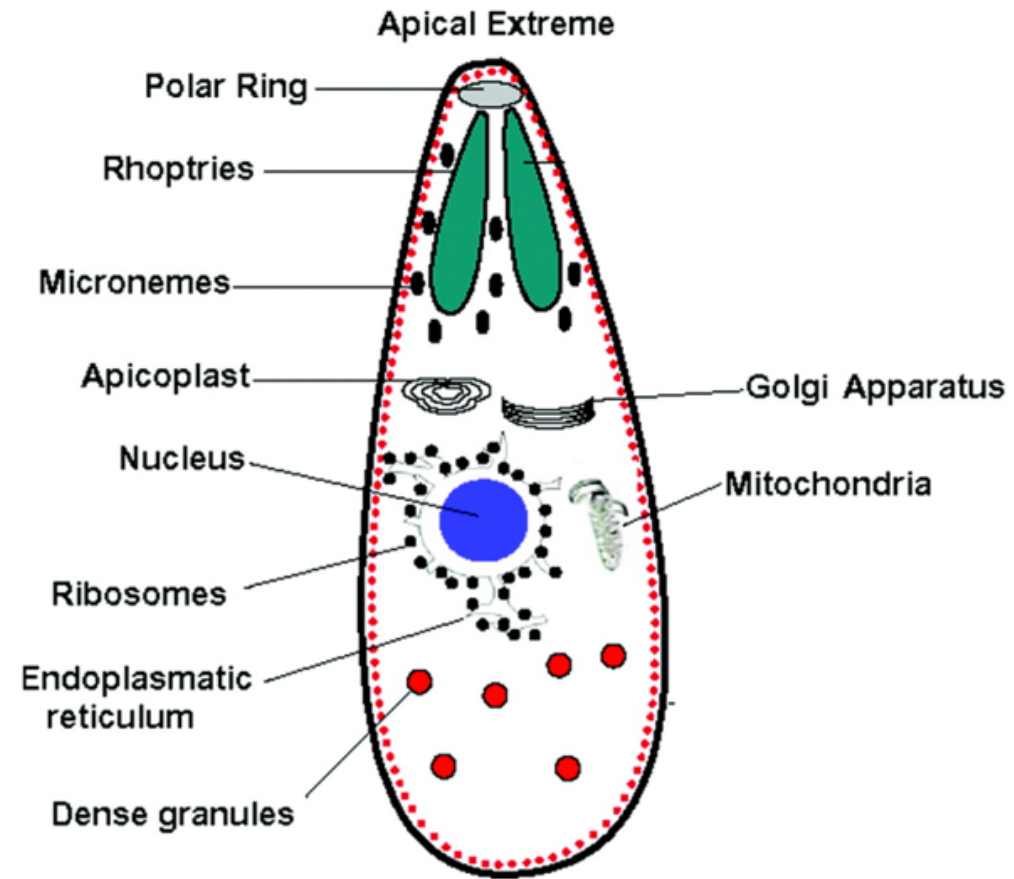
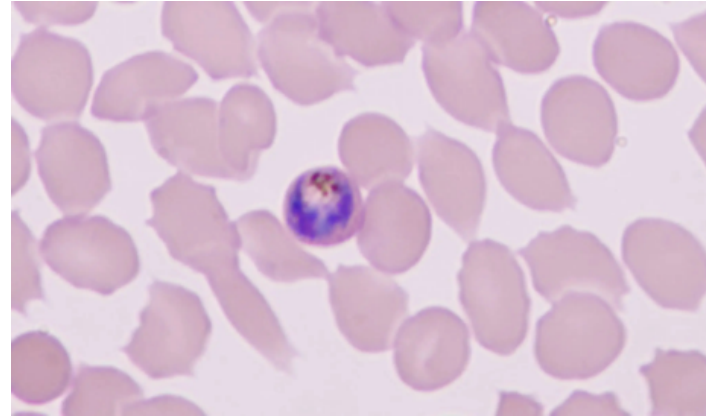
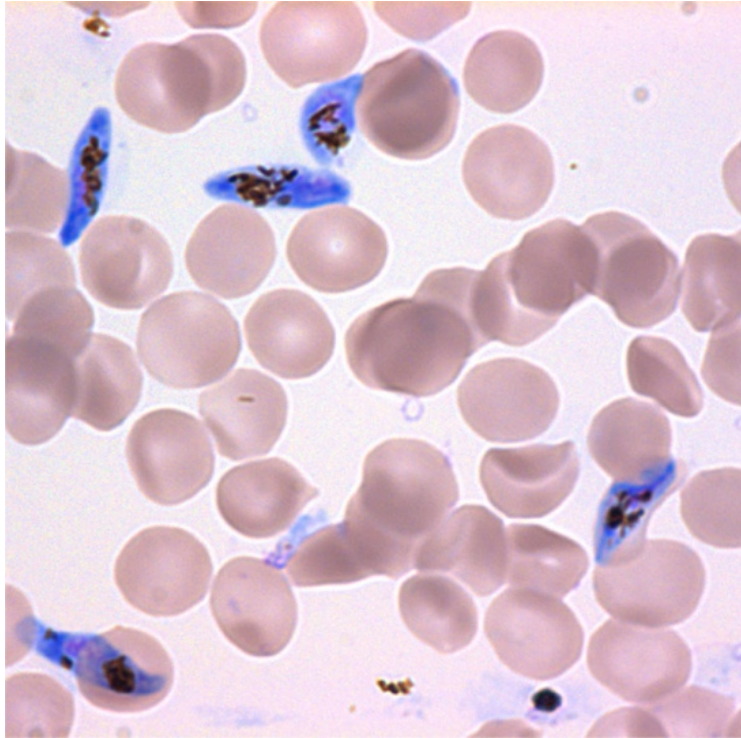
ASM MicrobeLibrary.org © Garcia

Stade hépatocytaire

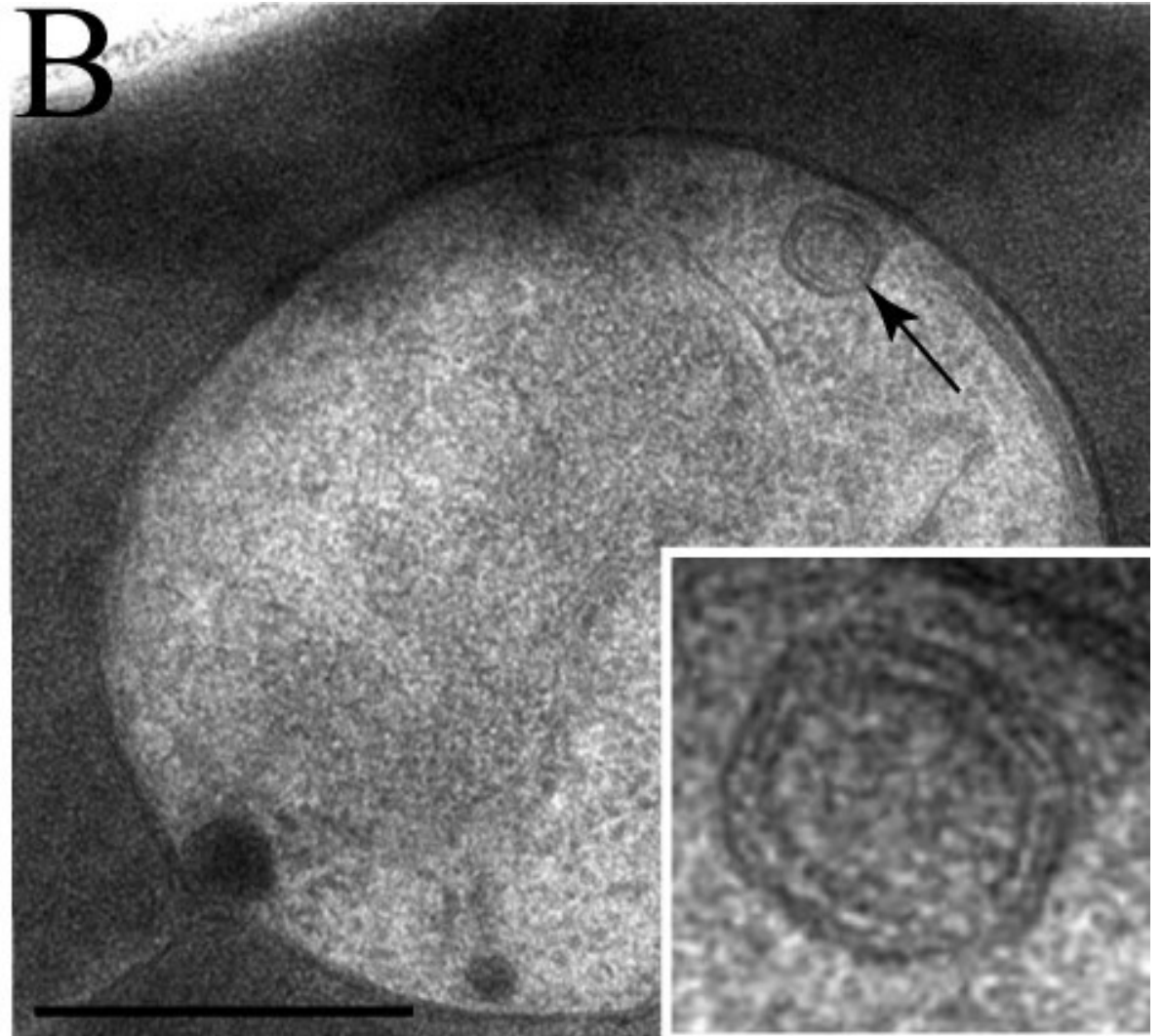
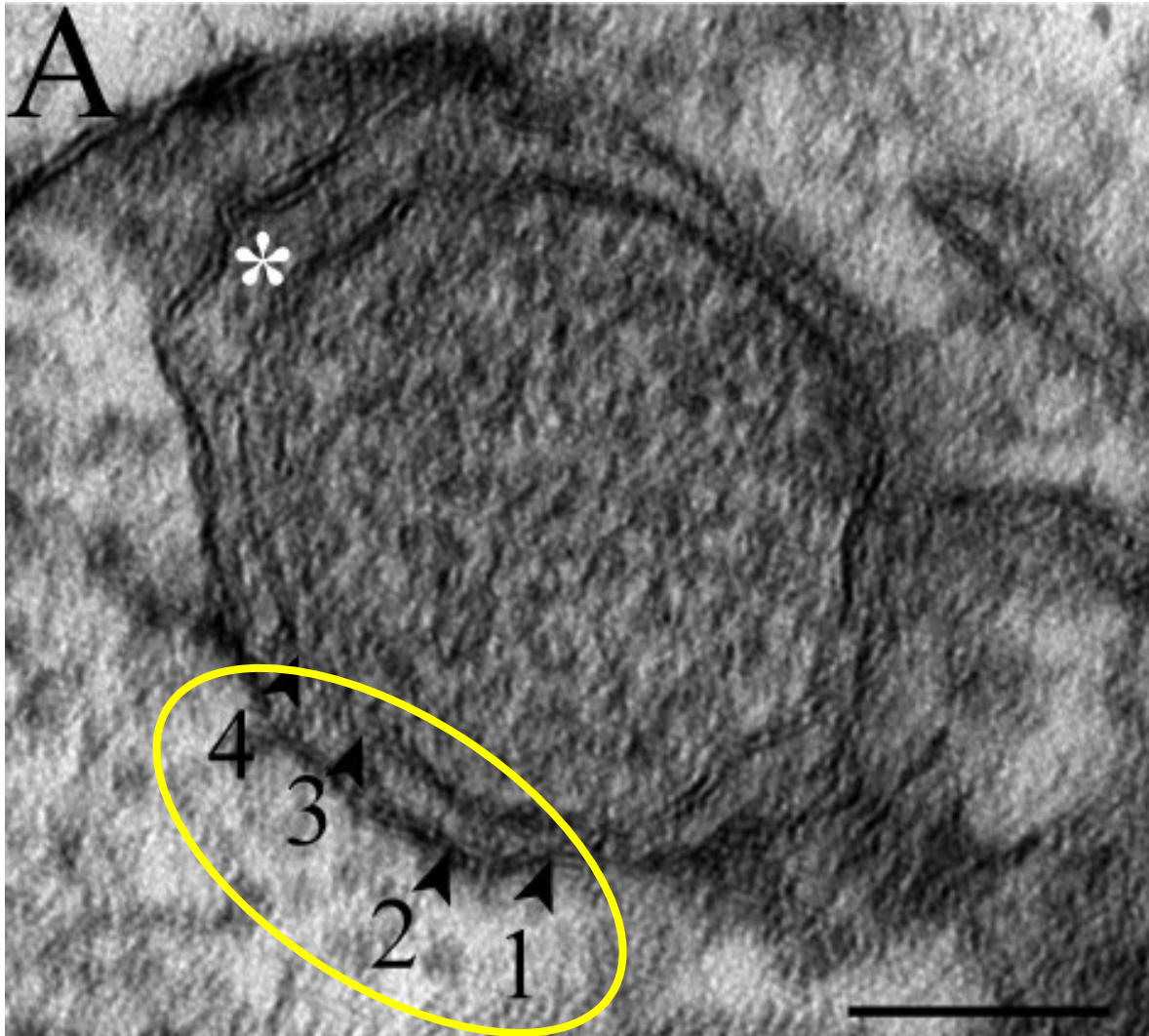




# Organisation cellulaire du plasmodium



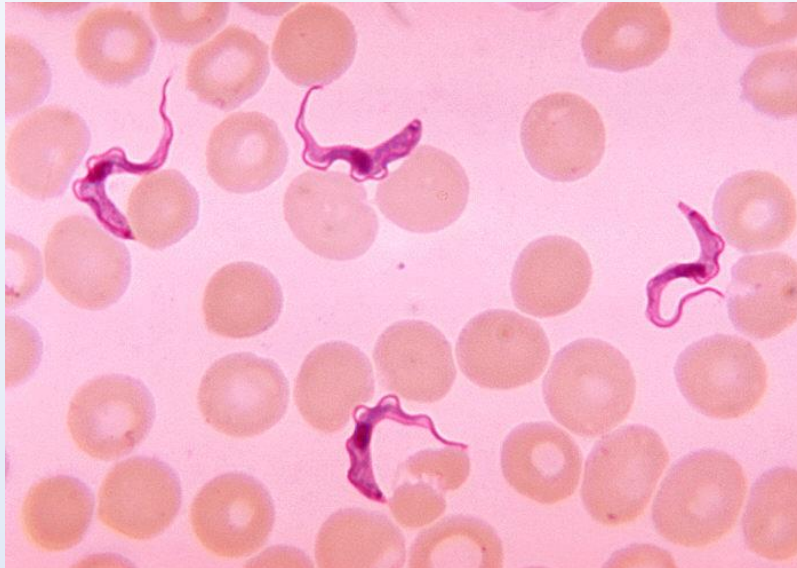
Document 9a : Observation du plasmodium en phase extracellulaire et intracellulaire (M0 x 400) et organisation cellulaire



**Document 9b:** ultrastructure de l'apicoplaste de mérozoïtes de *Plasmodium falciparum*.

Barre d'échelle: A = 50 nm; B = 200 nm.

# Trypanosomes



Frottis sanguin avec Trypanosomes

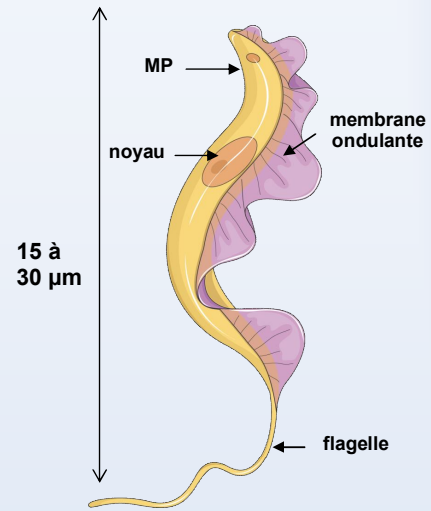
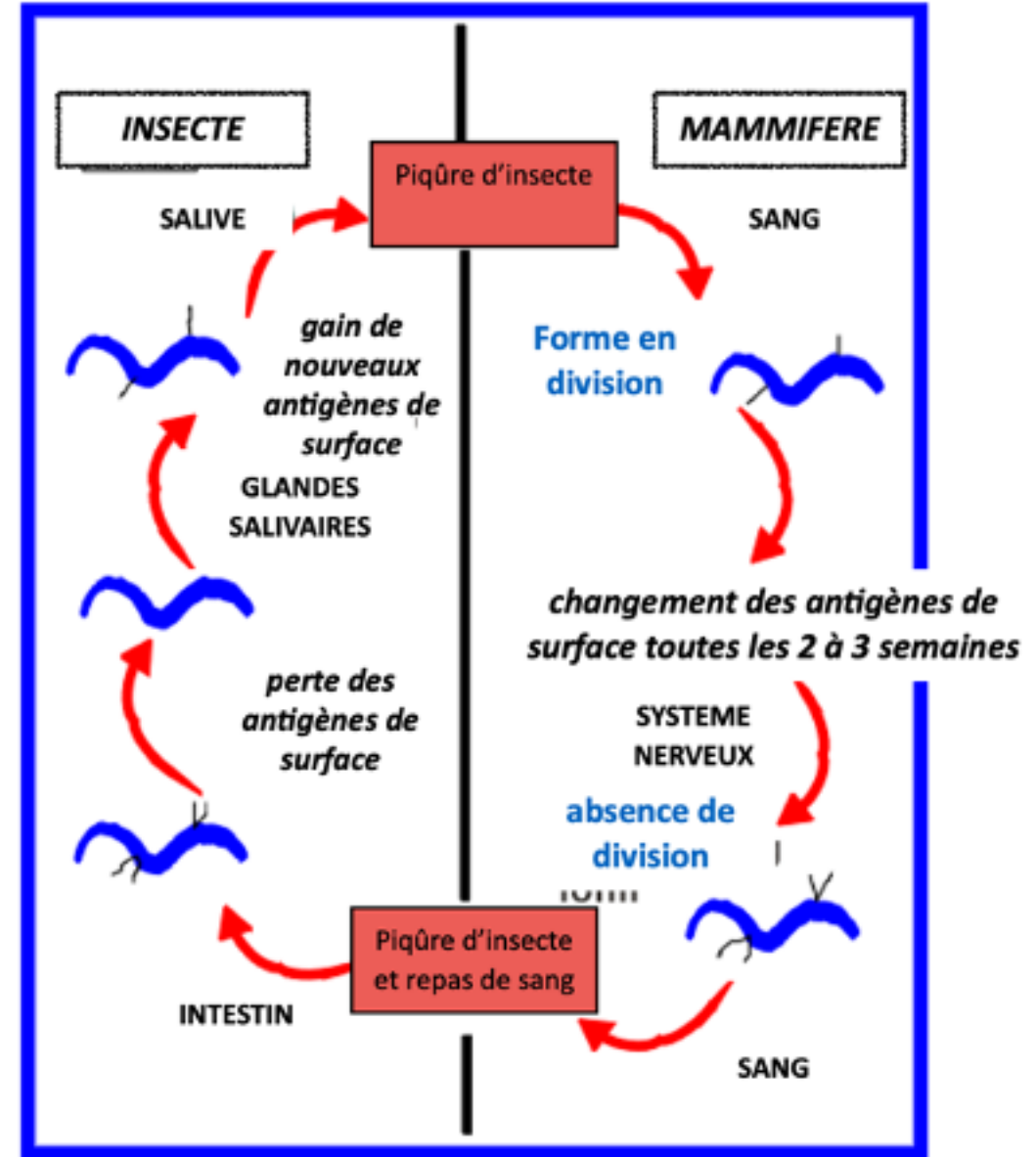
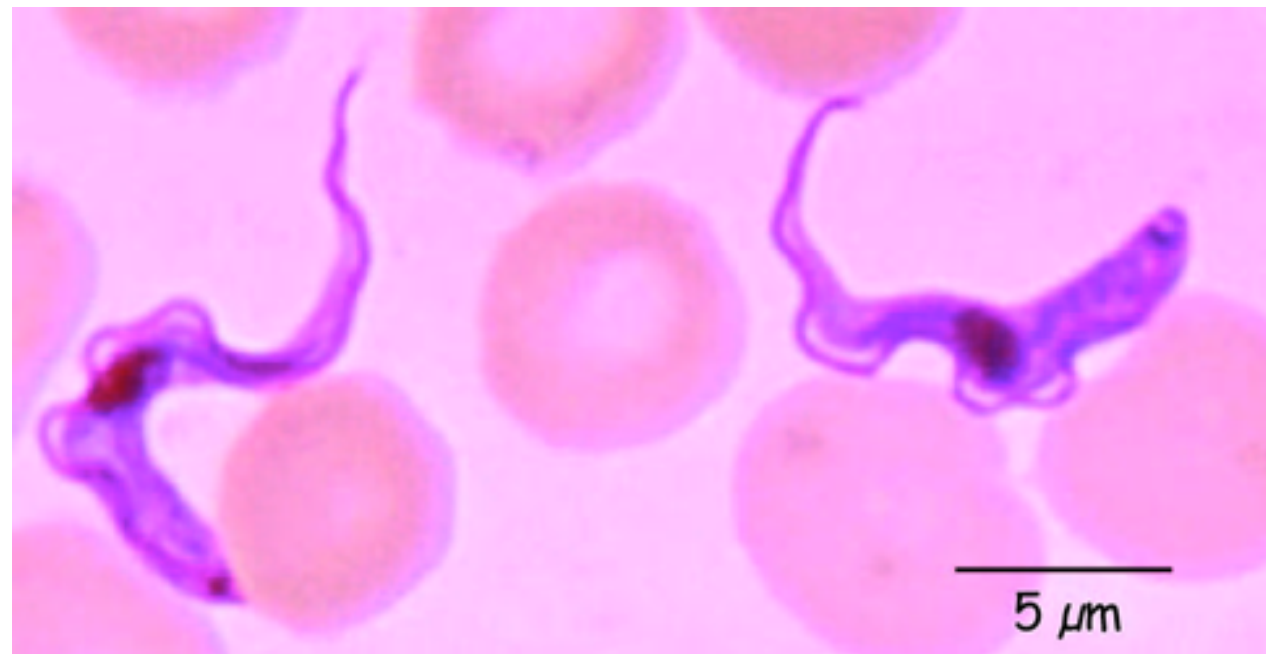
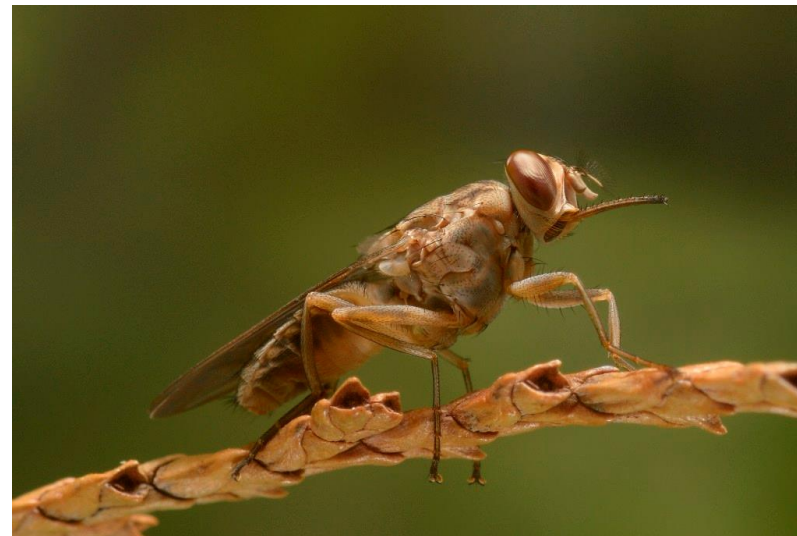
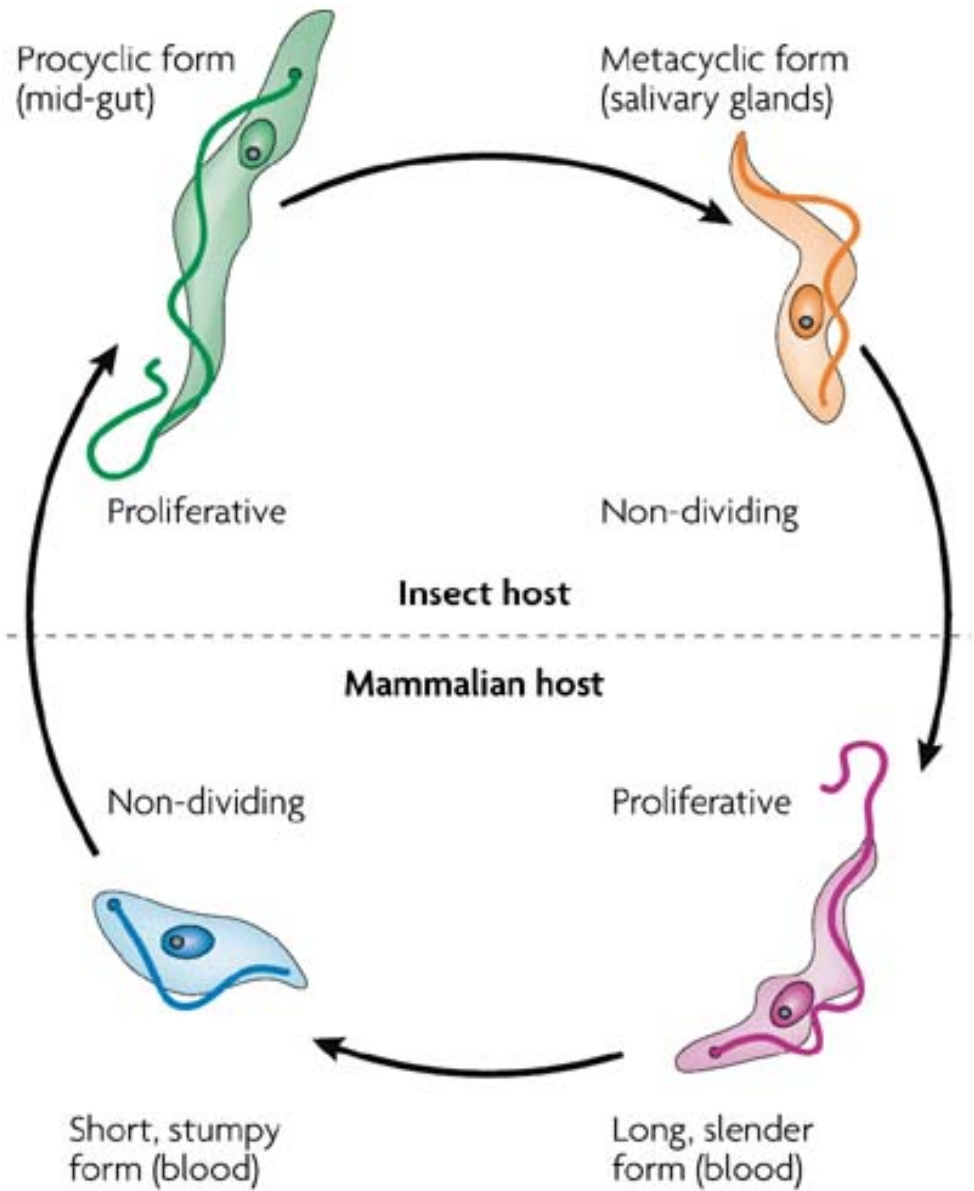


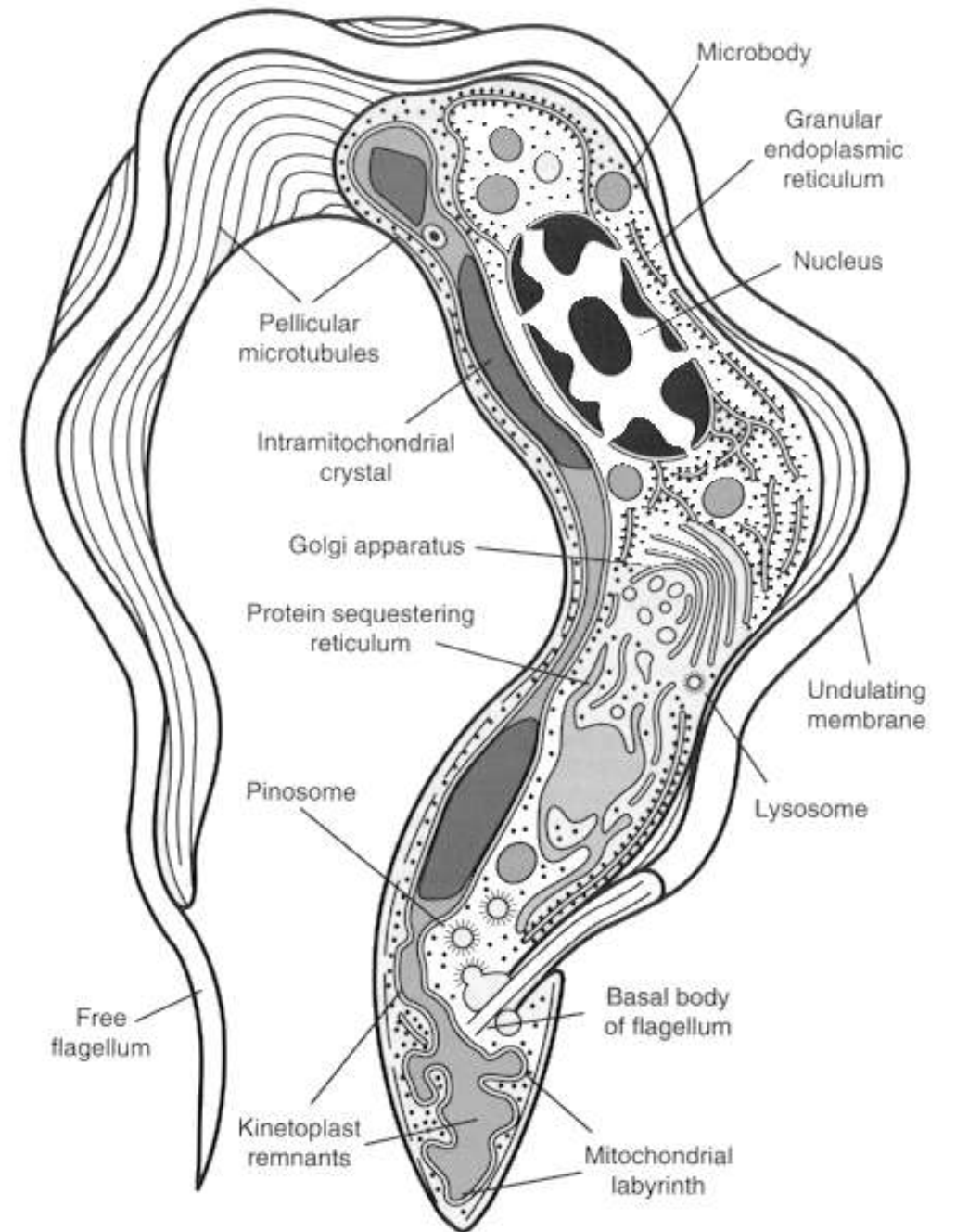
Schéma d'organisation



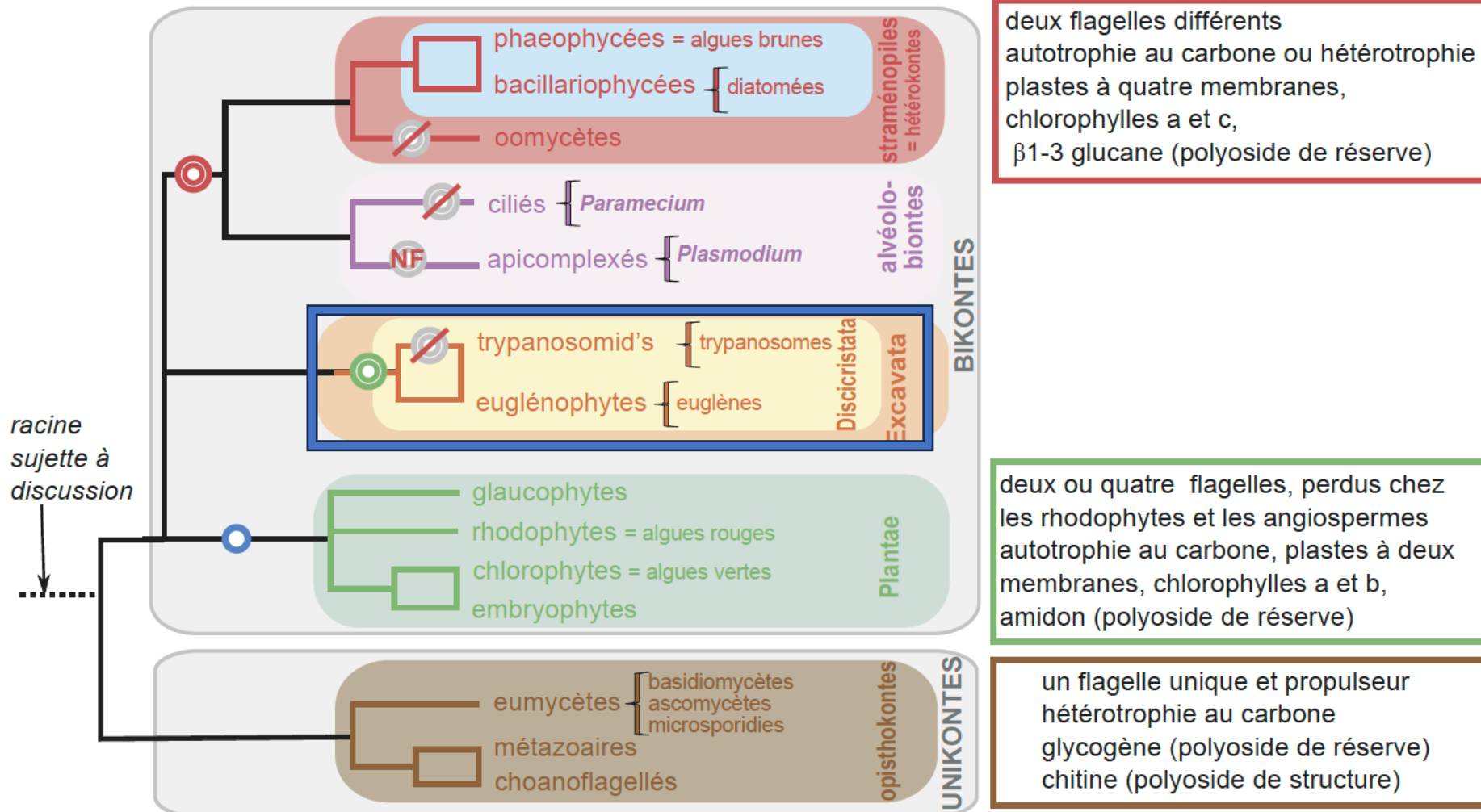




1- Observez les préparations microscopiques du commerce de plasmodium et Trypanosome



# Arbre simplifié des eucaryotes (modifié d'après Burki et coll, 2012, Pawlowski, 2013)



deux flagelles différents  
 autotrophie au carbone ou hétérotrophie  
 plastes à quatre membranes,  
 chlorophylles a et c,  
 β1-3 glucane (polyoside de réserve)

deux ou quatre flagelles, perdus chez  
 les rhodophytes et les angiospermes  
 autotrophie au carbone, plastes à deux  
 membranes, chlorophylles a et b,  
 amidon (polyoside de réserve)

un flagelle unique et propulseur  
 hétérotrophie au carbone  
 glycogène (polyoside de réserve)  
 chitine (polyoside de structure)

- endosymbiose primaire
- ⊙ endosymbiose secondaire d'une algue verte
- ⊙ endosymbiose secondaire d'une algue rouge

*Evolution réticulée*

- ⊘ perte des plastes (sauf exceptions)
- NF plastes non fonctionnels

*Régression et perte*

*Quelques apomorphies cellulaires caractéristiques de trois clades d'eucaryotes*

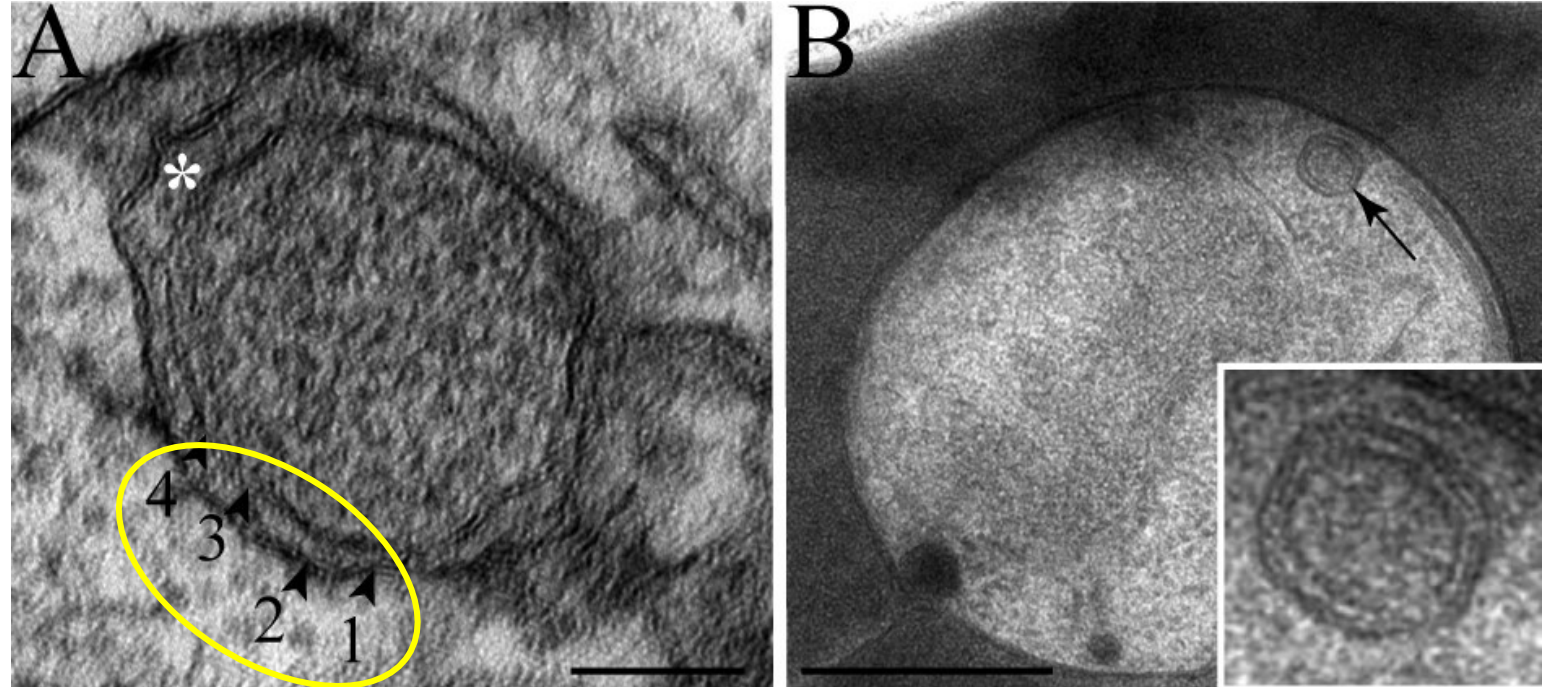
A5



2- A partir des documents 9, justifiez de façon argumentée la phylogénie du plasmodium

APICOPLASTE = plaste

présent chez les cellules d'apicomplexés, entouré de quatre membranes -> argument d'une endosymbiose IIaire



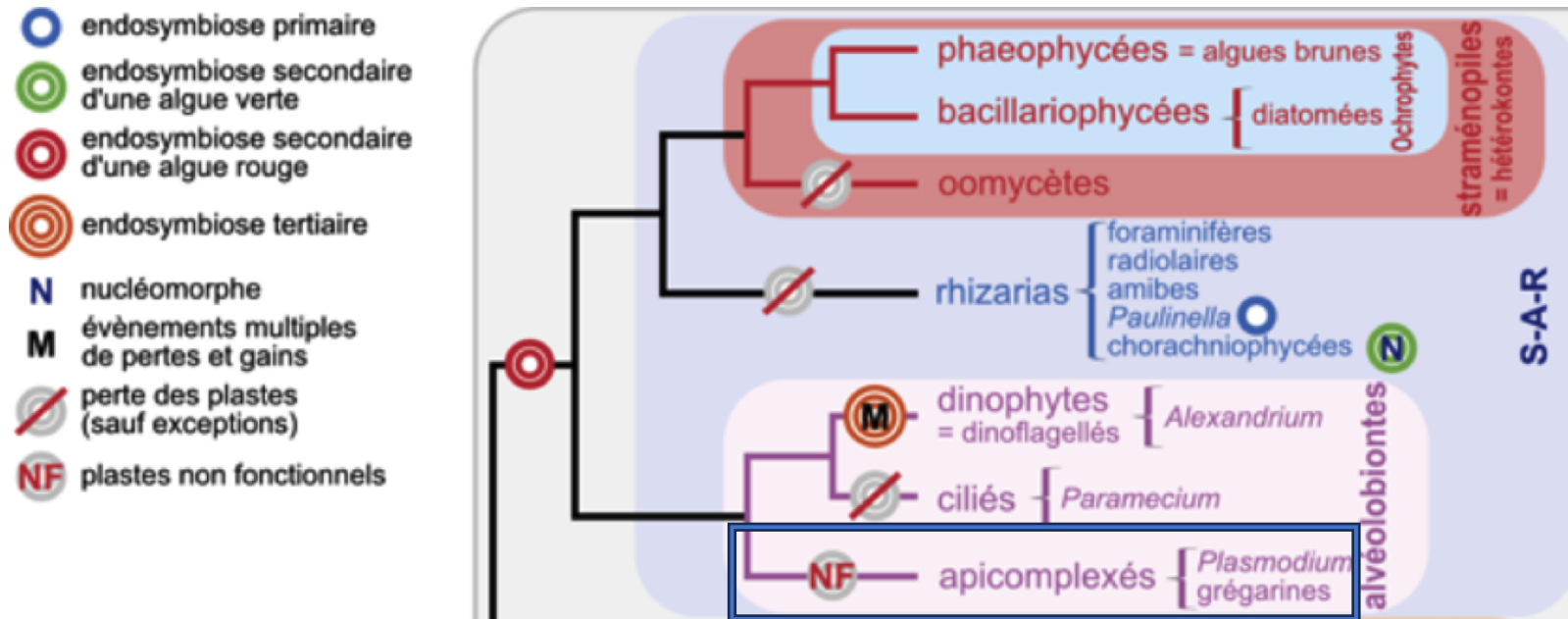
contenant de l'ADN circulaire, et représentant un chloroplaste vestigial dérivé d'une algue microscopique endosymbiotique ancestrale ayant perdu toute capacité de photosynthèse.

## La perte secondaire des plastes

Régression du génome plastidial s'accompagne de modifications structurales ou de disparition d'organites. **Perte des plastes argumentée +/- par la phylogénie euc.**

**Clade SAR, l'endosymbiose IIaire = événement unique via une algue rouge.**

- ✓ Chez de nombreux alvéolobiontes, plastes fortement régressés.
- ✓ **Chez Plasmodium (apicomplexés) : présence d'un organe mais pas de photosynthèse.**
- ✓ Existence de gènes plastidiaux dans le génome des ciliés (*Paramecium*) suggère la présence puis disparition totale du plaste dans ce groupe.
- ✓ D'autres pertes indépendantes sont reconnues chez les straménopiles, les oomycètes et dans le groupe des rhizarias.





## 6- La levure de culture en suspension

### Place dans la phylogénie des Eucaryotes

Les Eumycètes appartiennent au **groupe des Opisthochontes**

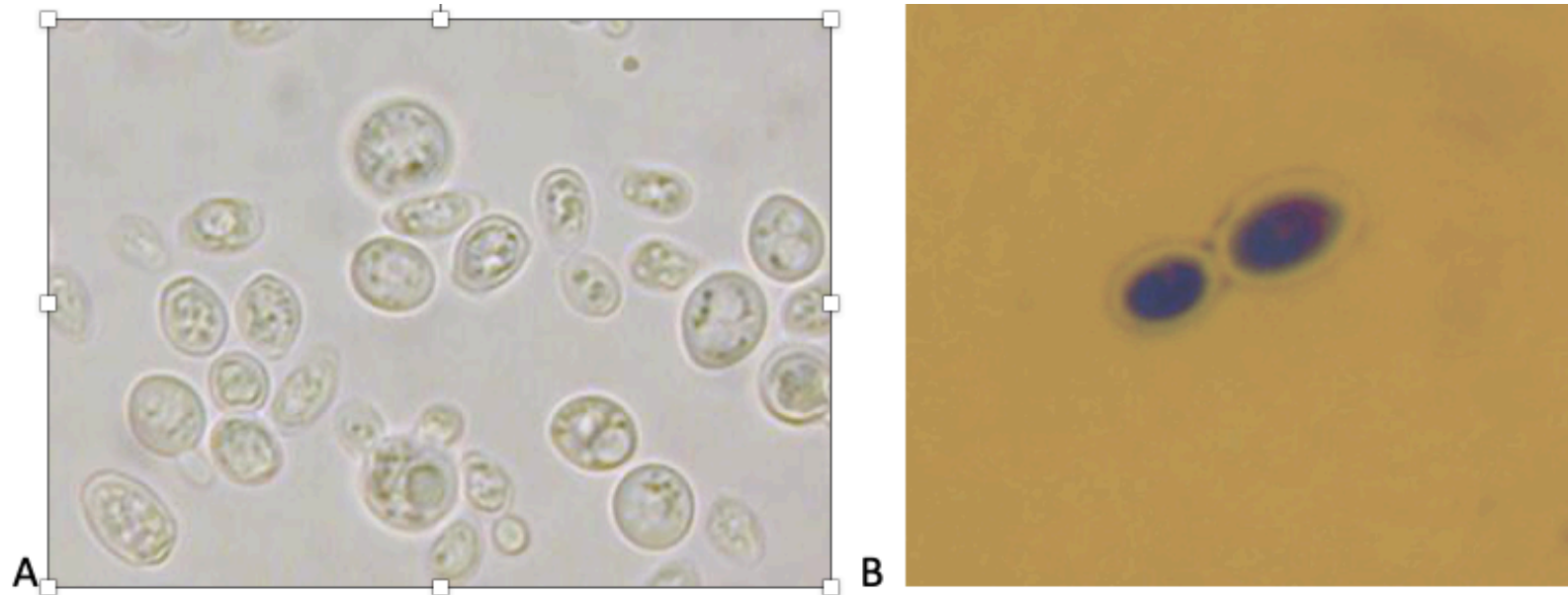
Les Opisthochontes partagent les caractères dérivés propres suivants :

**Glycogène comme réserve glucidique,**

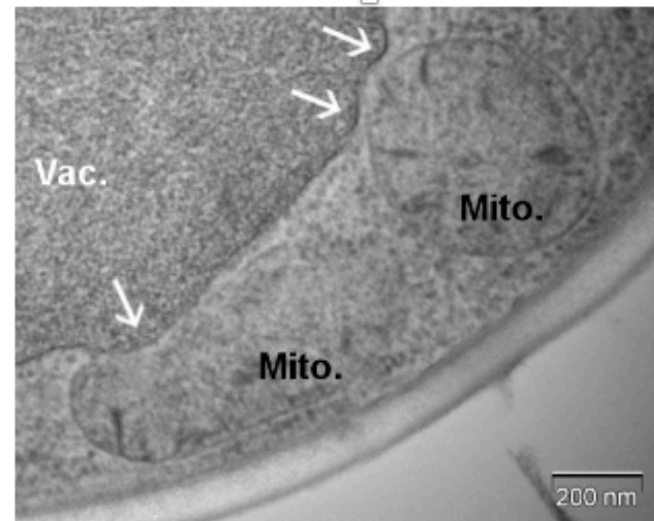
**Présence de chitine au niveau des MEC,**

**+ pour les cellules concernées, présence d'un flagelle postérieur**

## 6- La levure de culture en suspension



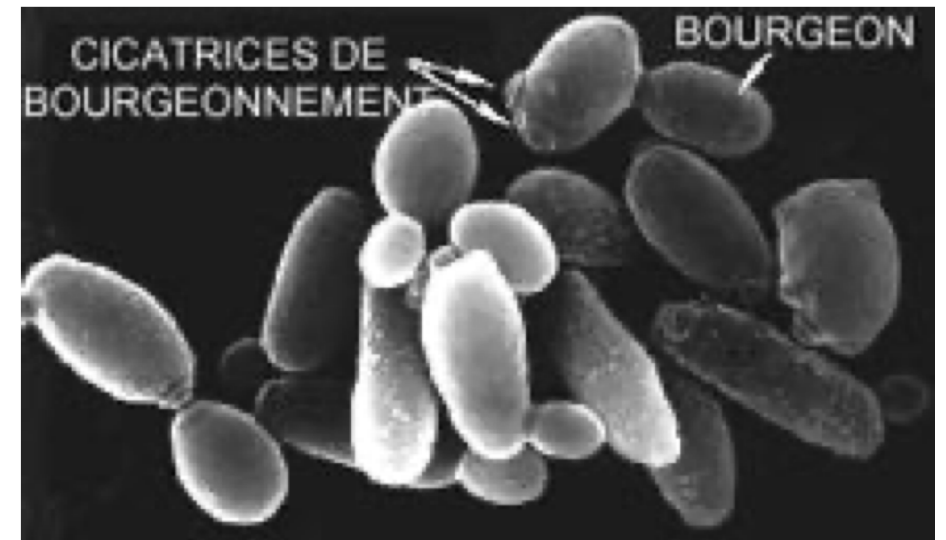
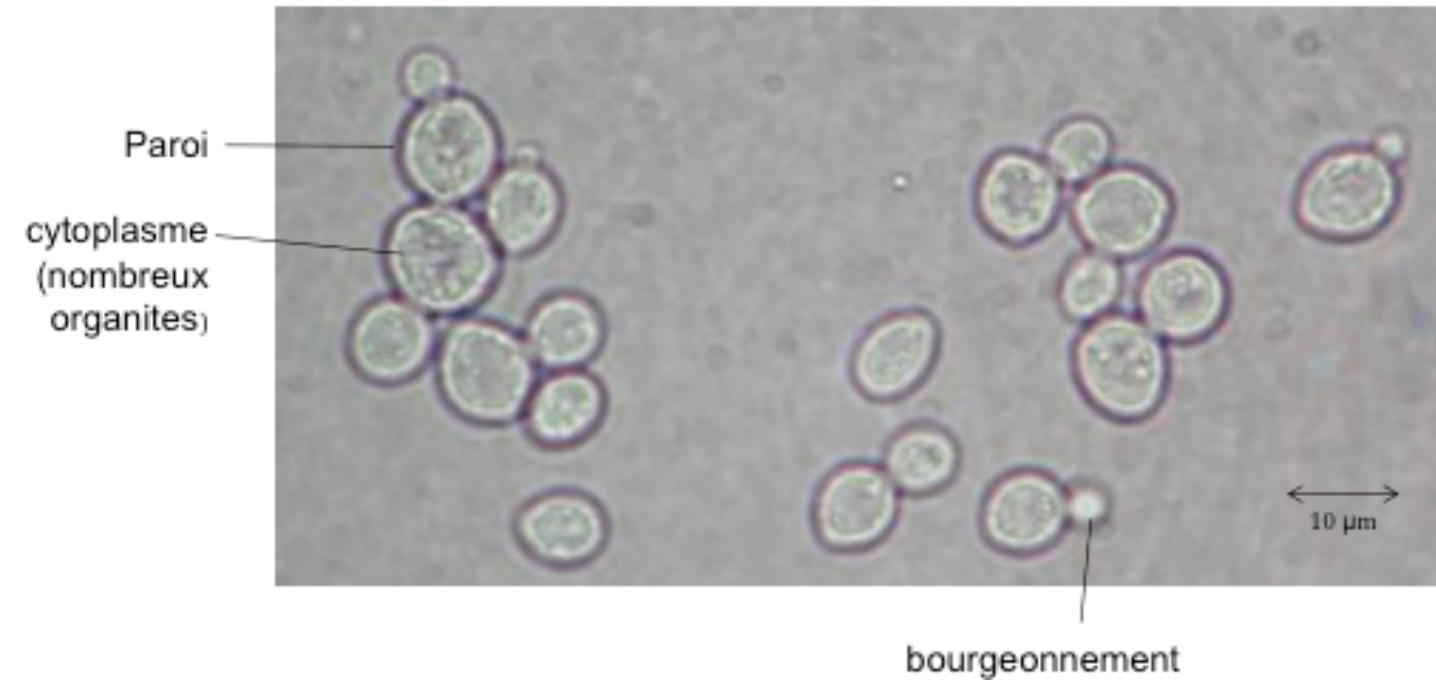
**Document 10a :** A et B.  
Observation de  
*Saccharomyces cerevisiae* (X  
1000, objectif à immersion)



et C. Organisation de  
l'ultrastructure

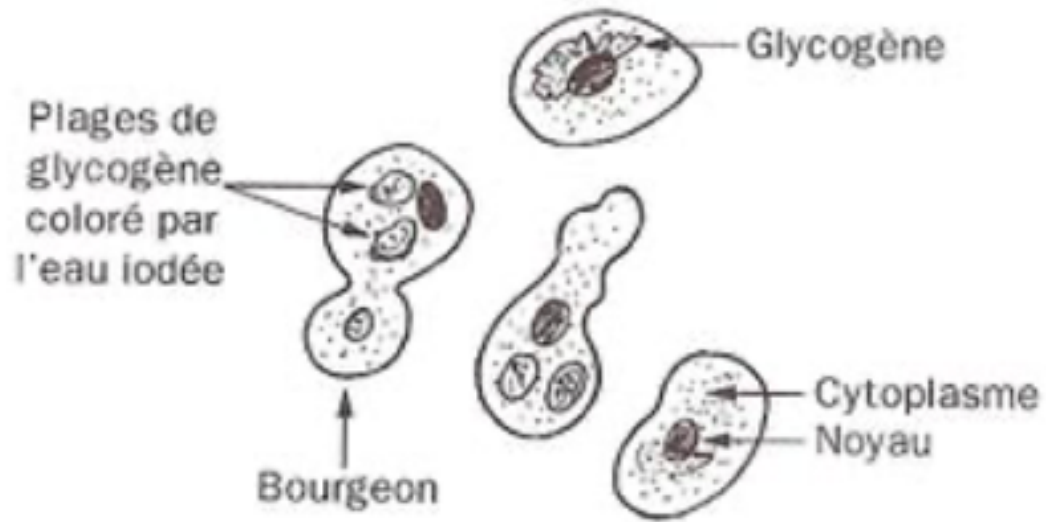
*1- Observez les levures sur un montage frais et identifiez les éléments visibles de son organisation et les figures de bourgeonnement.*

**Figure 1.1** Levure de bière (M.O. x1000, en immersion),

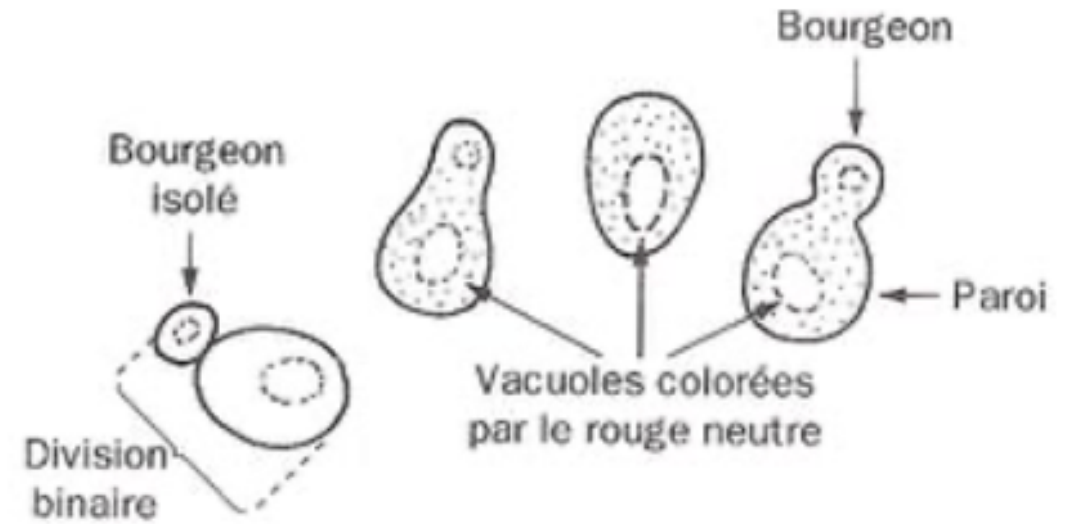


LEVURE : EUCARYOTE UNICELLULAIRE, HETEROTROPHE, ABSORBOTROPHE, 10  $\mu\text{m}$  de diamètre

*eumycète libre, ascomycète*

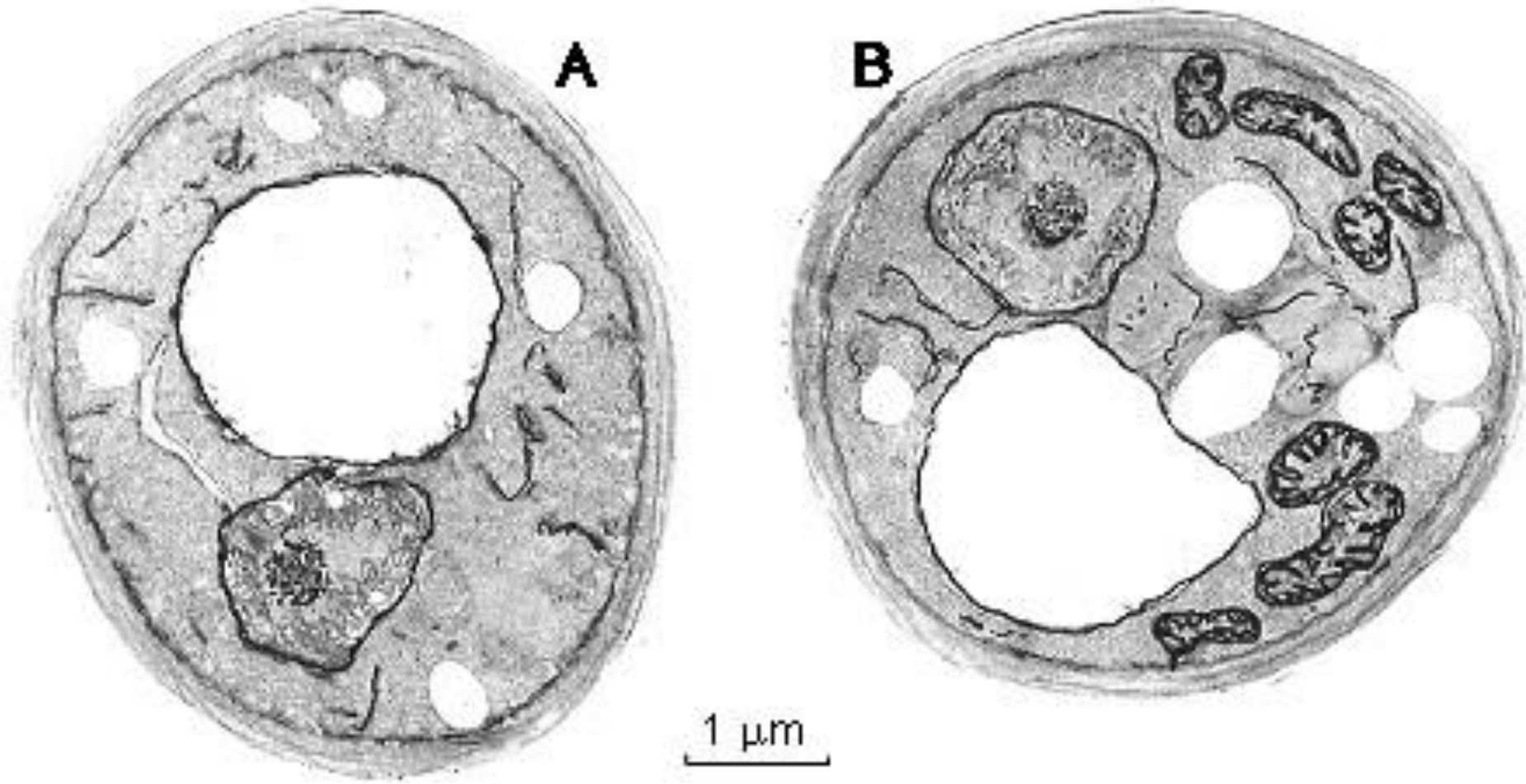


Individus de levure ( $\times 900$ ) colorés par l'eau iodée.

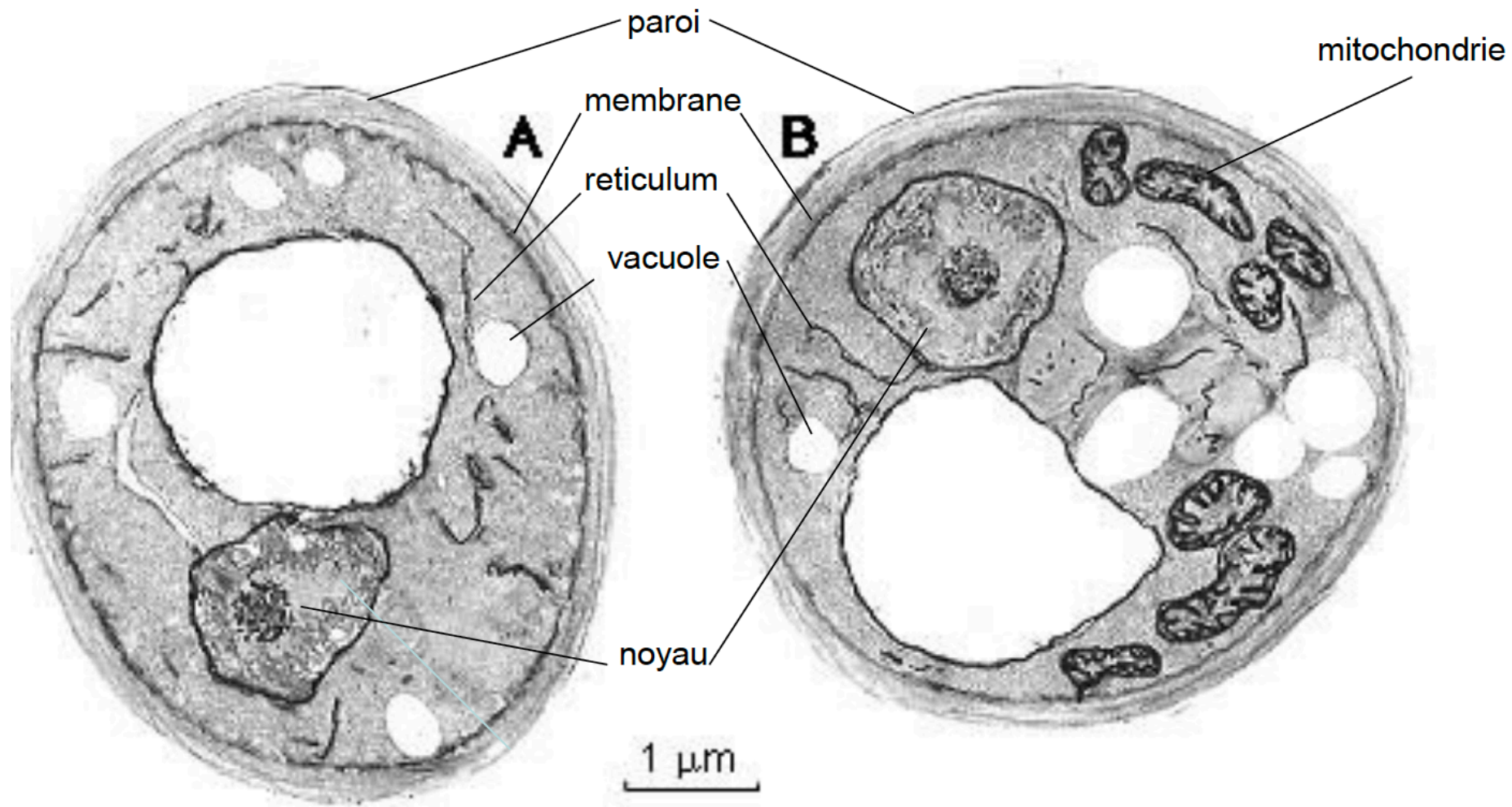


Individus de levure ( $\times 900$ ) colorés par le rouge neutre.

2- Légendez les levures en microscopie électronique (documents 6b clichés A et B) et concluez



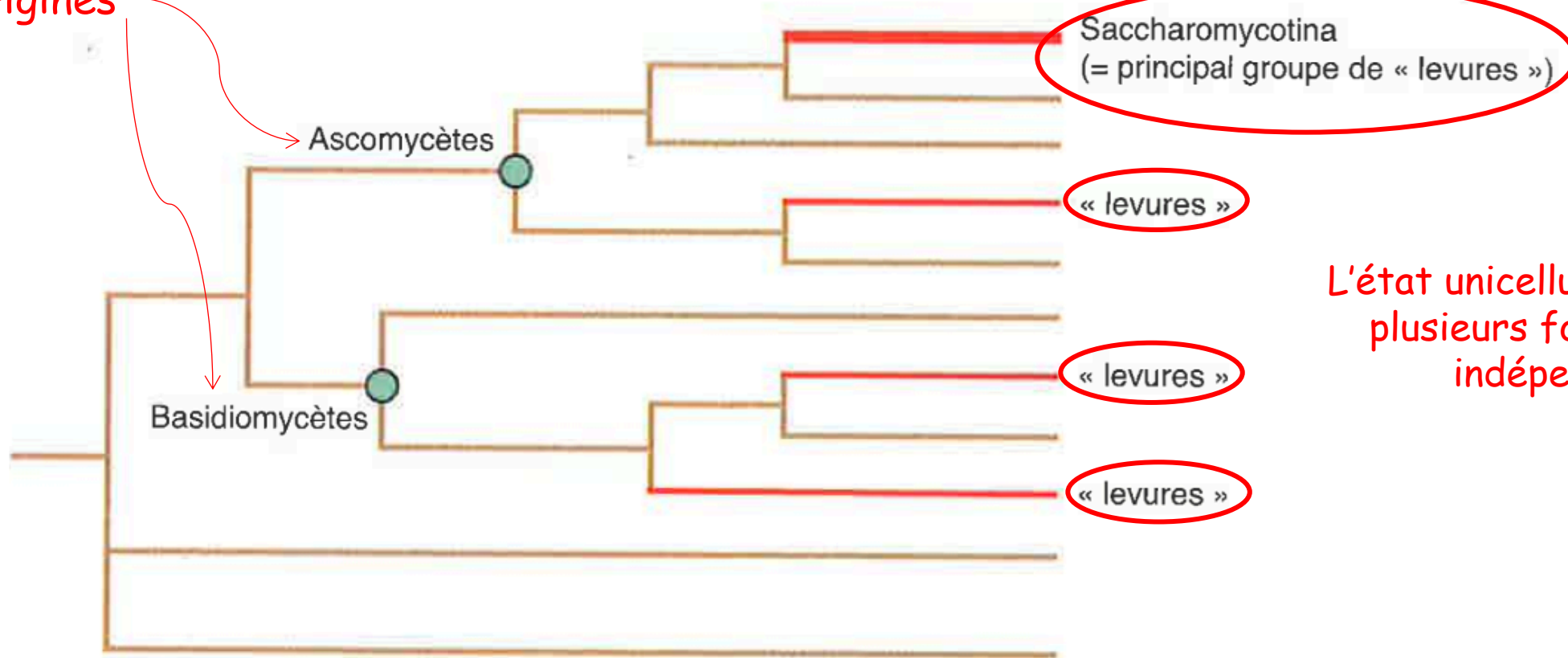
Document 10b : ultrastructure de levures en microscopie électronique



*Images en microscopie électronique (MET) de levures cultivées*

***en anaérobiose (A) ou en aérobiose (B)***

2 origines



L'état unicellulaire apparaît plusieurs fois de façon indépendante

En marron sont présentés les taxons pluricellulaires et en rouge les taxons unicellulaires dont beaucoup sont classiquement utilisés par l'homme pour permettre la fermentation d'aliments ou de boissons

## Document 11 : La position des levures dans une topologie très simplifié de l'arbre phylogénétique des Eumycètes

Discutez du groupe des levures et de l'état unicellulaire à partir de l'arbre phylogénétique simplifié des mycètes

# 6- Les lichens, des associations symbiotiques entre unicellulaires et pluricellulaires



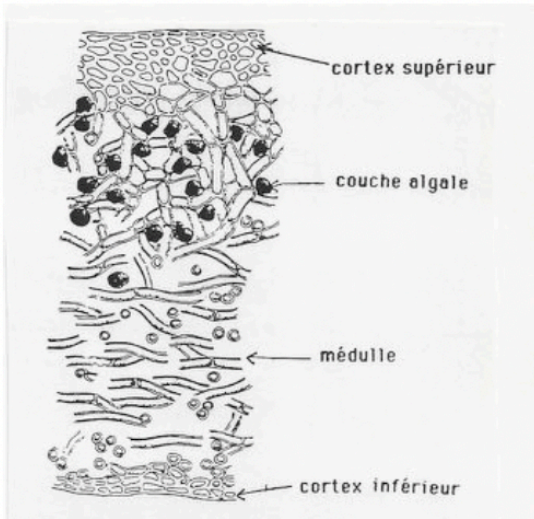
**lichen crustacé**  
ex: *Rhizocarpon geographicum*



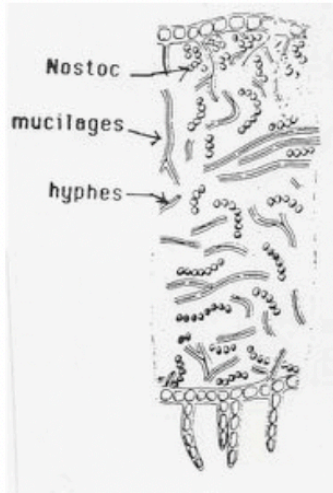
**lichen foliacé**  
ex: *Parmelia*



**lichen fruticuleux**  
ex: *Usnée*



Coupe transversale d'un lichen à structure hétéromère



Coupe transversale d'un lichen à structure homéomère

20 µm

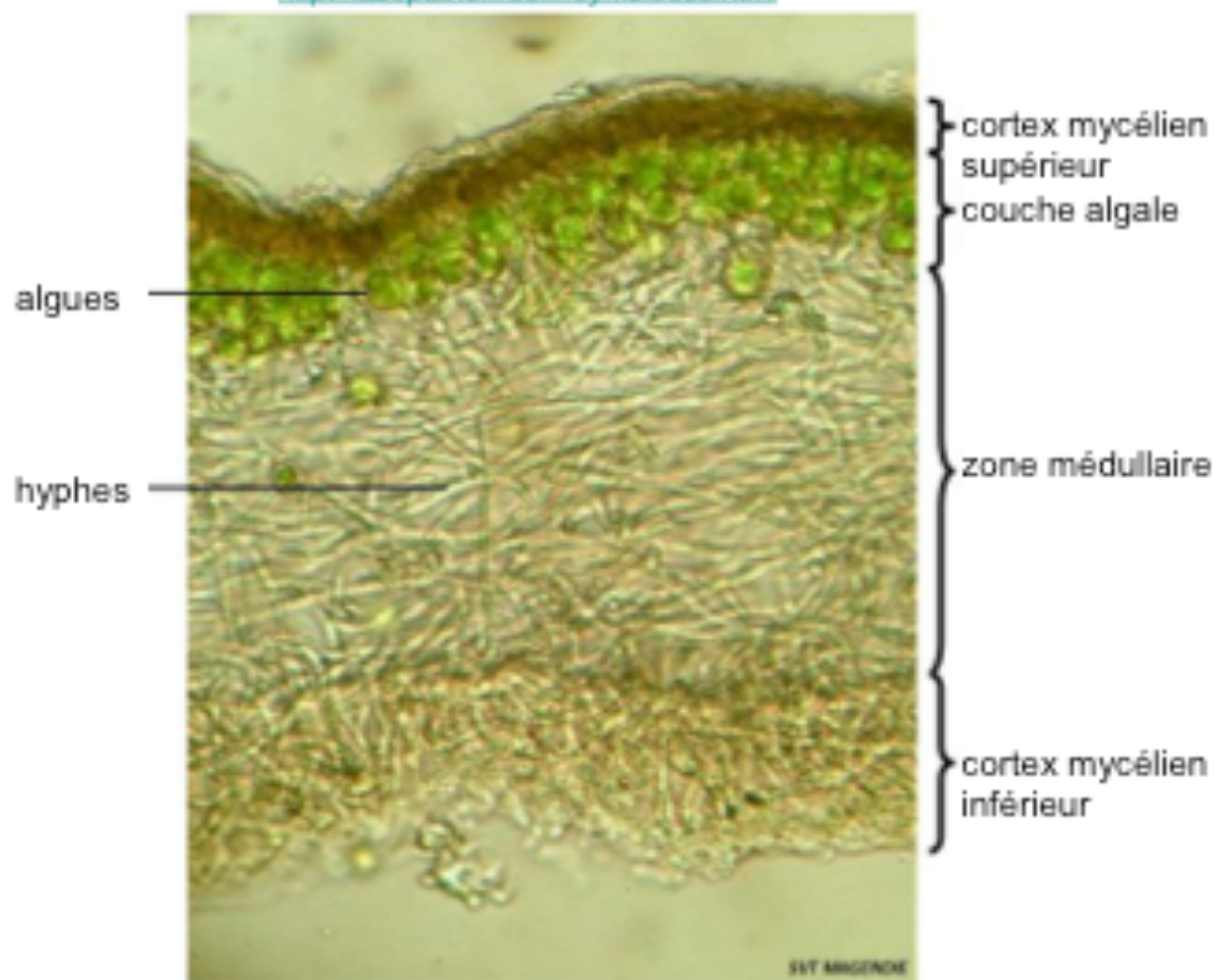


## Lichen foliacé (parmélie)

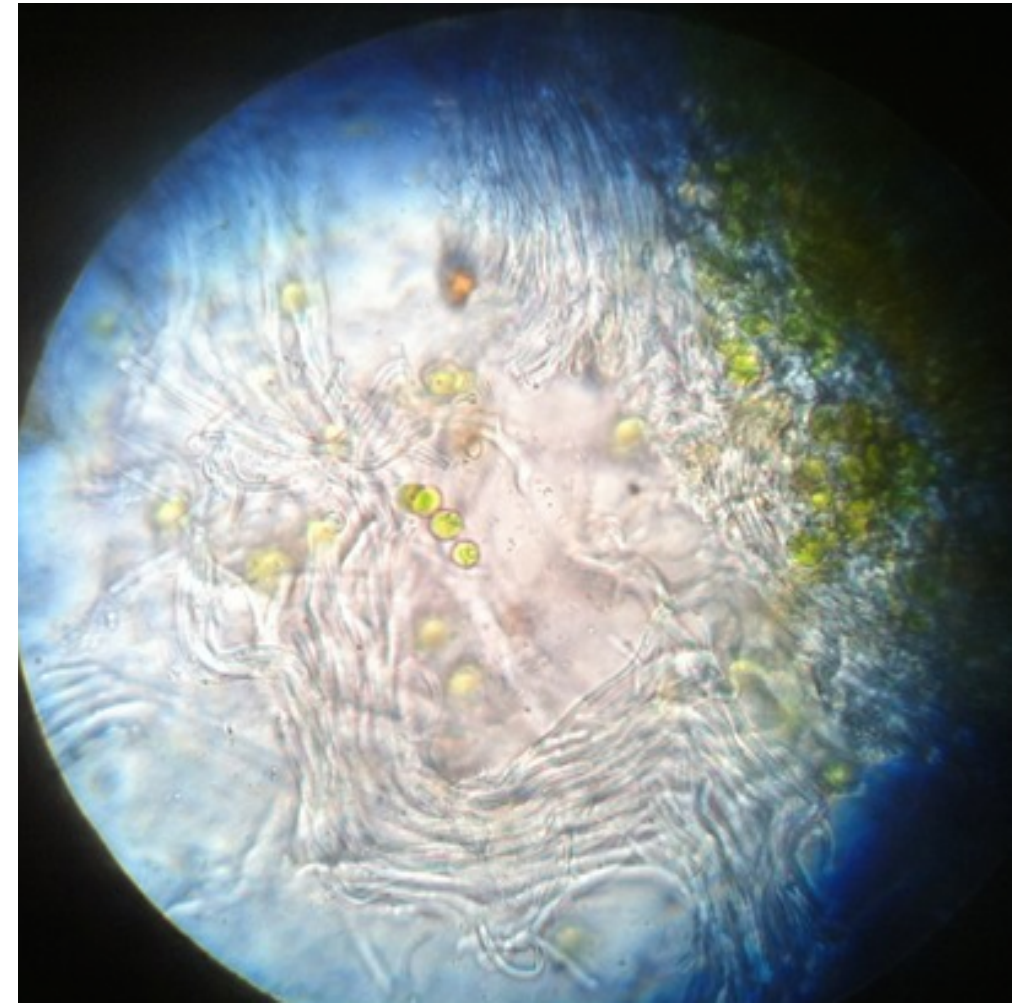


## Coupe fine du thalle observée sans coloration (MO x 400)

<http://labopathe.free.fr/symbioses.html>

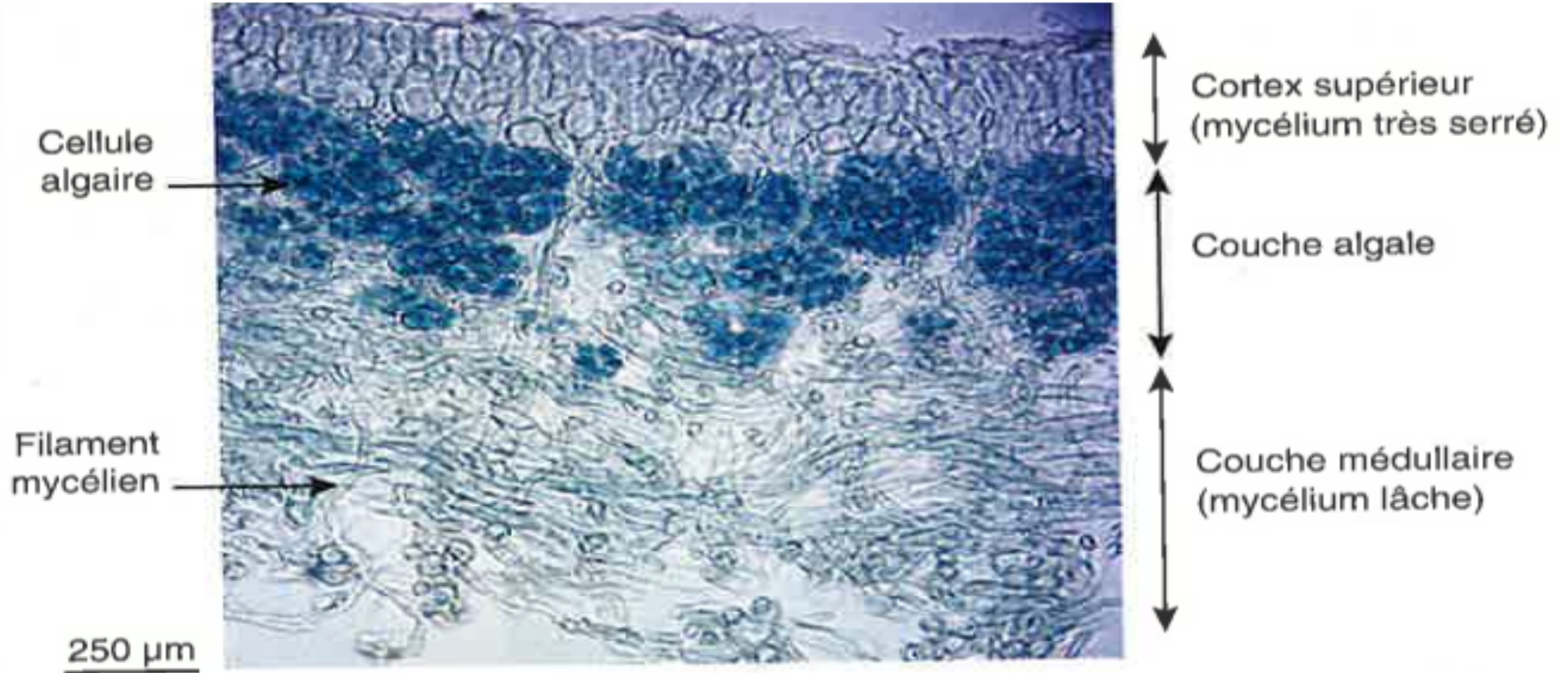


1- Réalisez, à l'aide des colorants mis à votre disposition, une ou plusieurs préparations microscopiques de l'échantillon fourni. Elles doivent mettre en évidence la présence de deux organismes associés au sein de l'échantillon dont un possède une activité photosynthétique



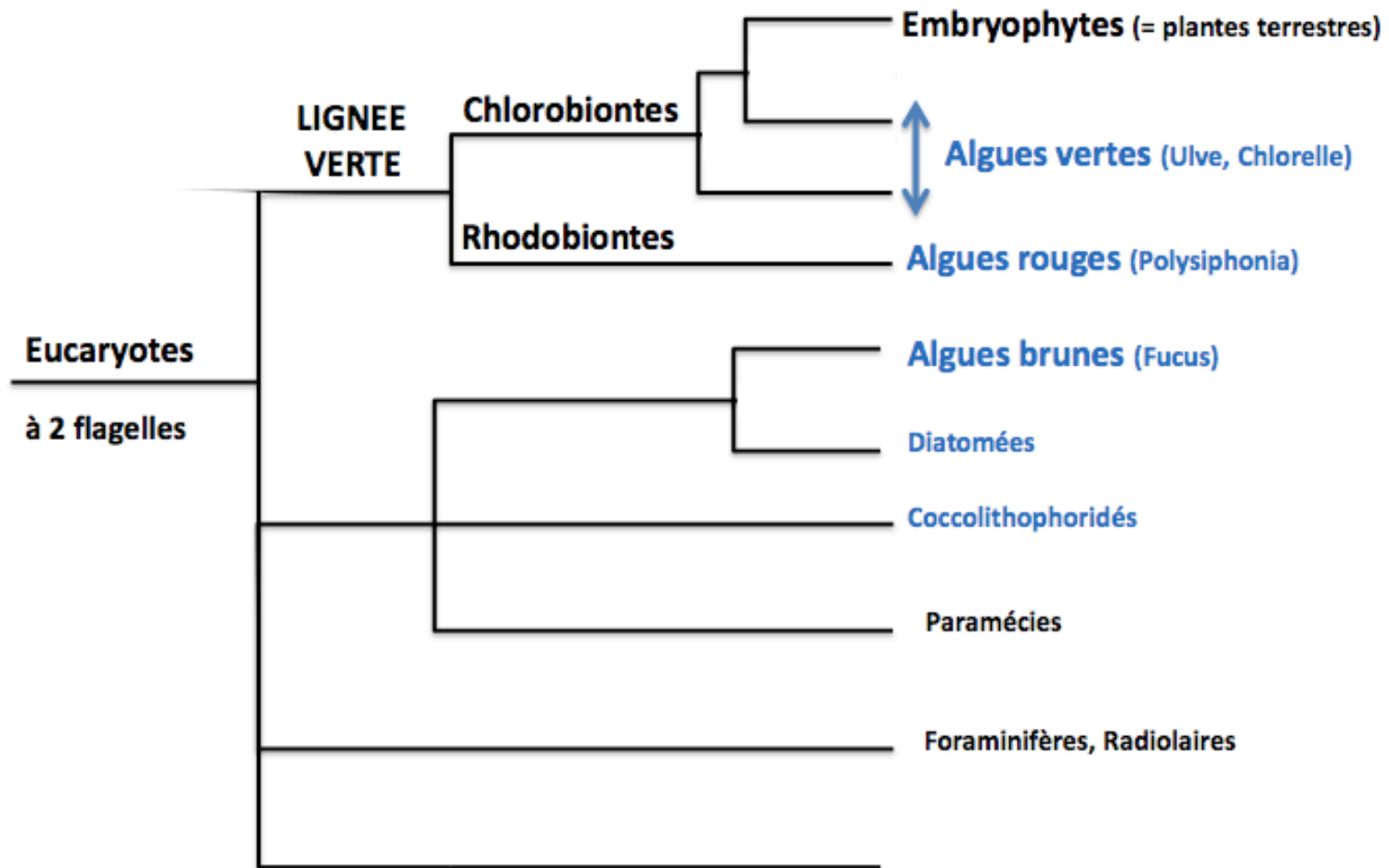
1 photo sans colorant (X400) : mise en évidence de l'unicellulaire autotrophe chlorophyllien + 1 montage avec bleu coton (champignon)

2 - Réalisez une coupe transversale pour tenter de mettre en évidence l'organisation du thalle

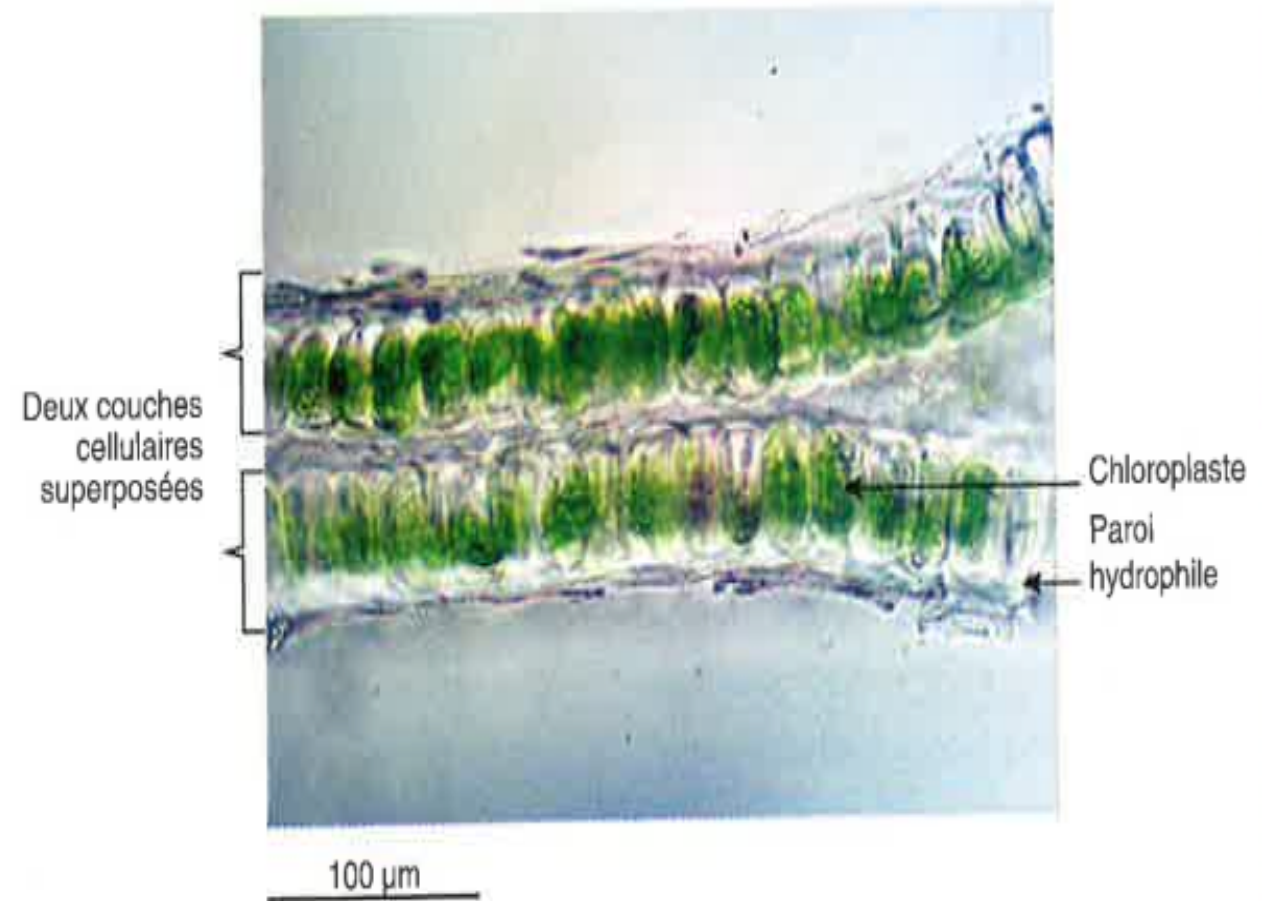


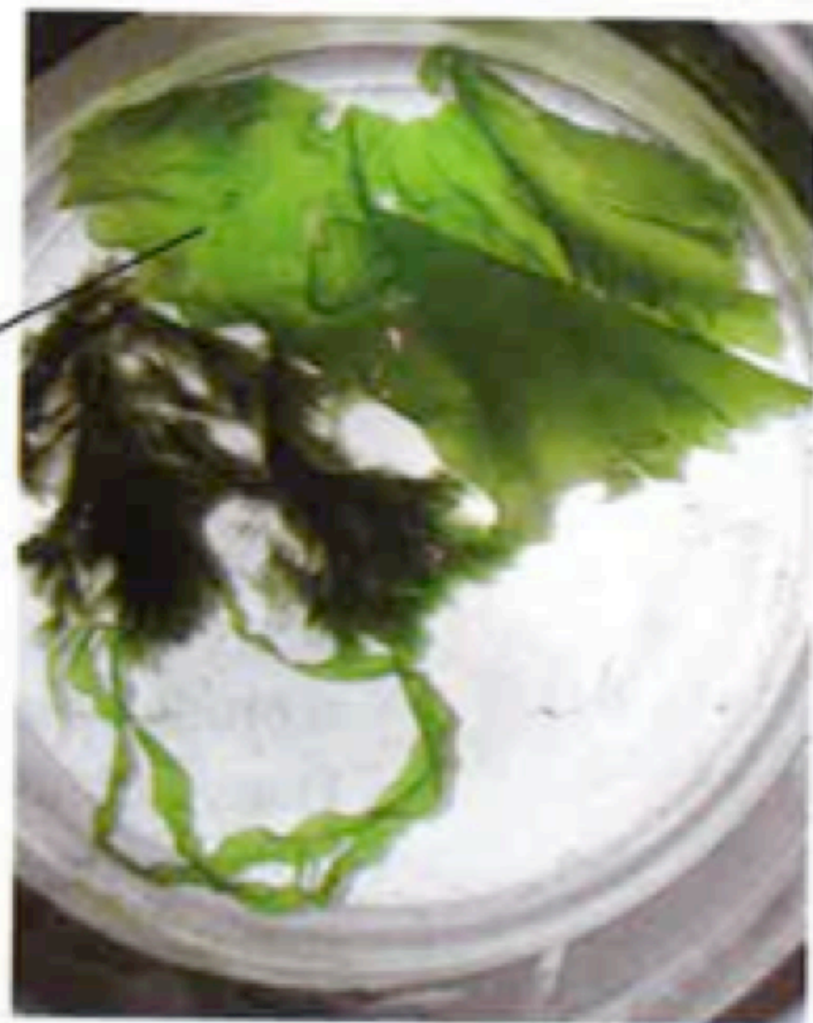
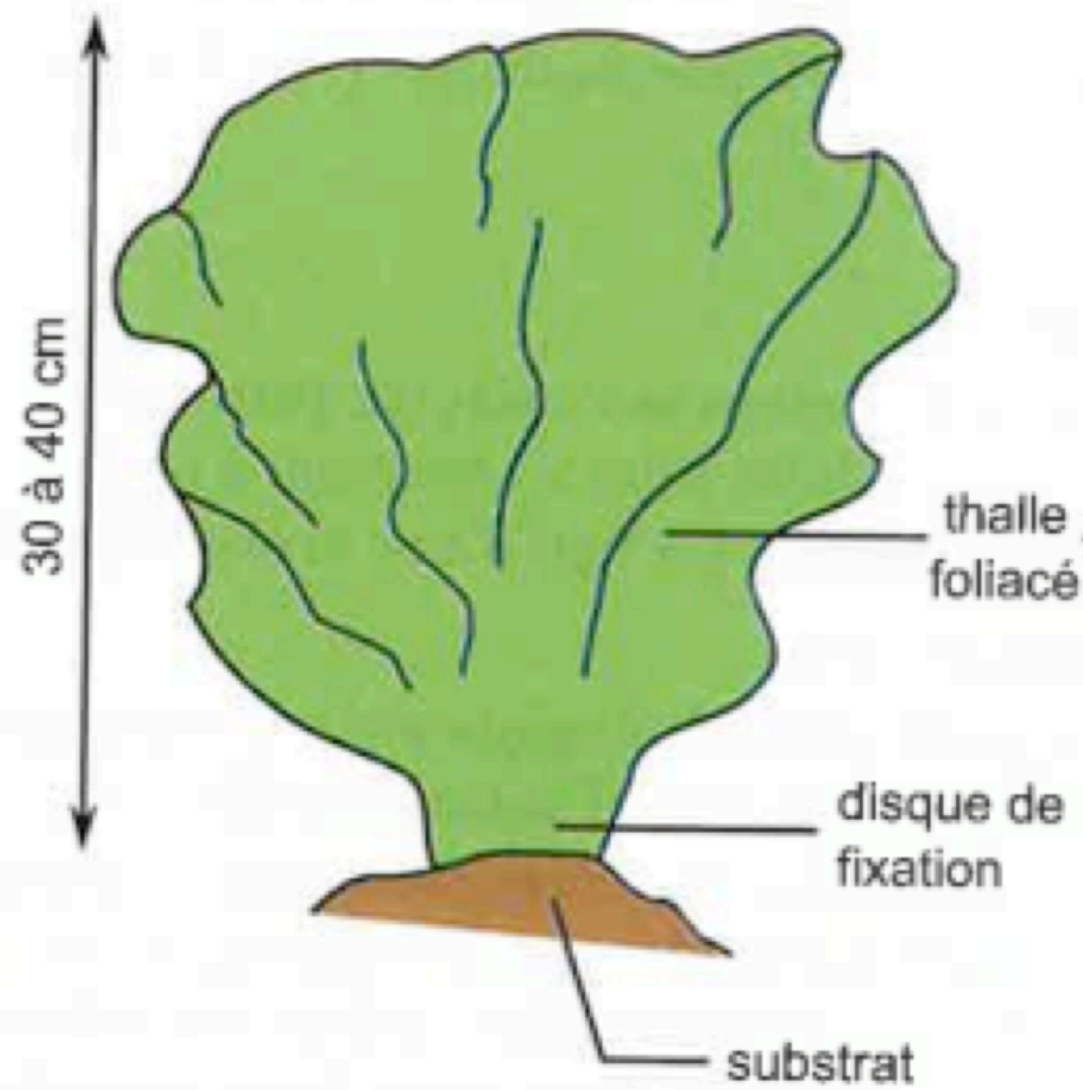
# ALGUES

## Paraphylie des algues



L'ULVE : *ULVA LACTUCA*, laitue de mer, ALGUE VERTE , THALLE EN LAME, plusieurs cm  
LIGNÉE VERTE, CHLOROBIONTES





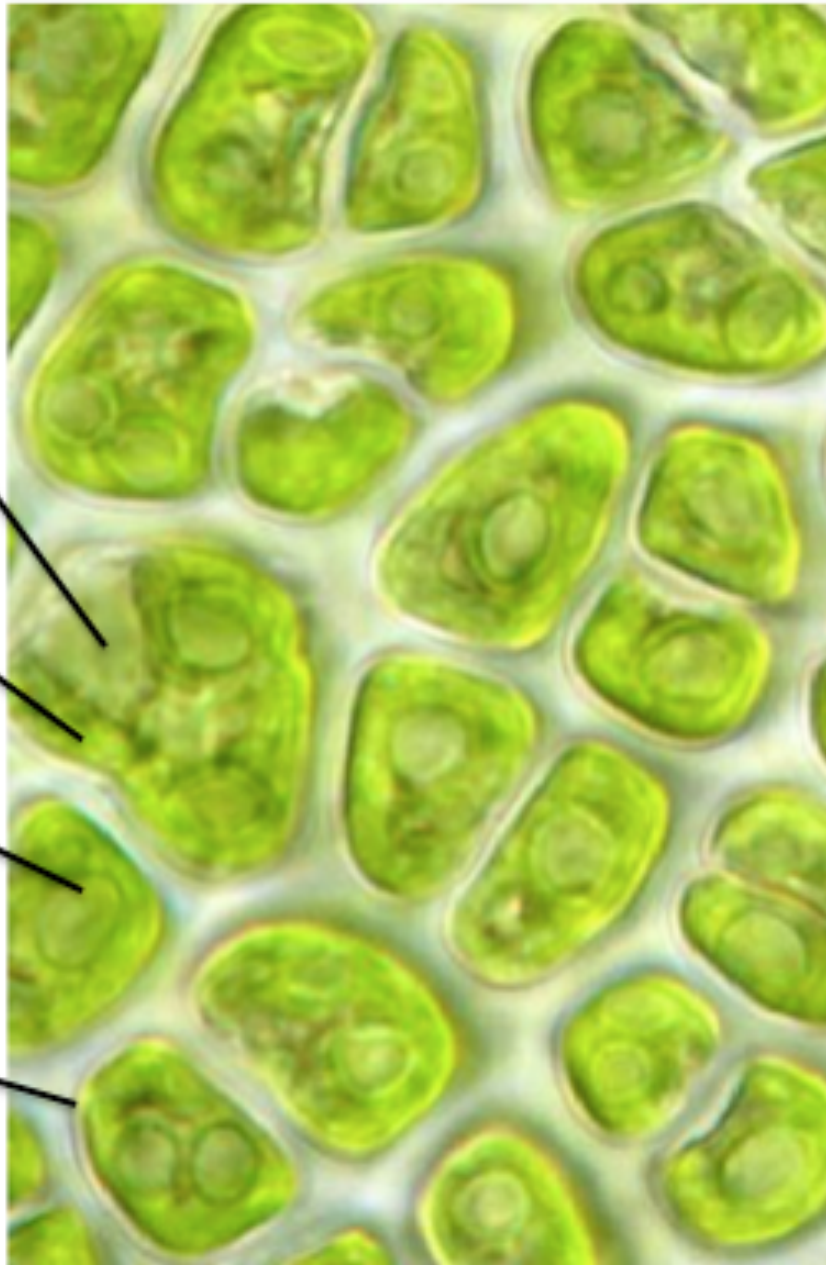
noyau

chloroplaste

pyrénoïde

grains  
d'amidon

paroi



**Montage à plat de fragment  
de thalle d'Ulve dans une  
goutte d'eau de mer (MP)**

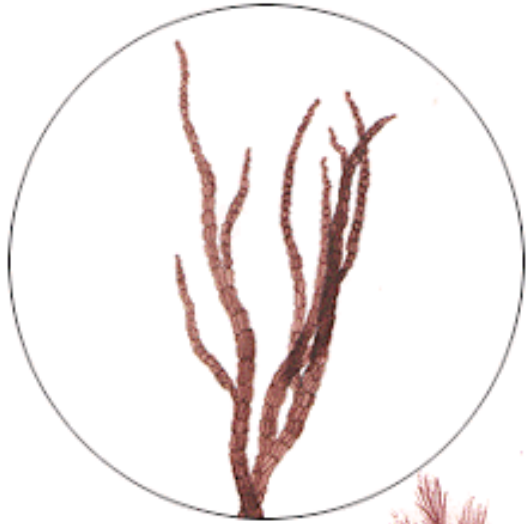
Coupe transversale d'un thalle bistraté (préparation du commerce)





**POLYSIPHONIA OU ANTITHAMNION : ALGUE ROUGE FILAMENTEUSE, plusieurs cm**

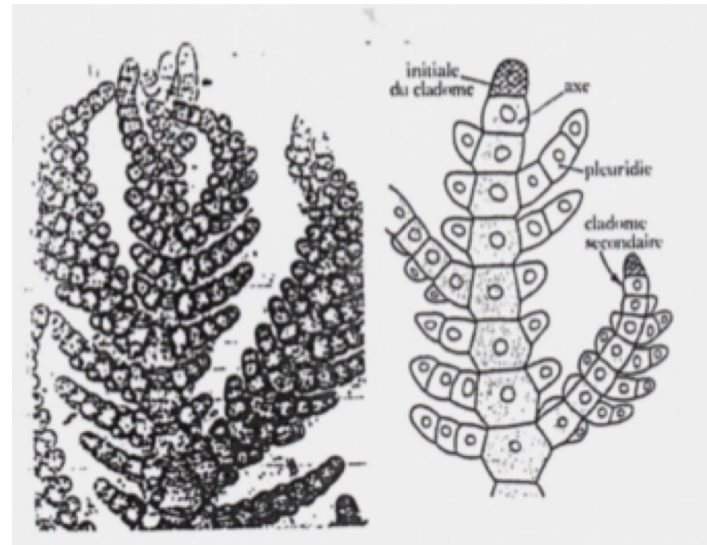
**Lignée verte, Rhodobiontes**



Axe principal

Ramifications =  
pleuridies

Cladome





Filament  
articulé

Ramification  
= Pleuridie

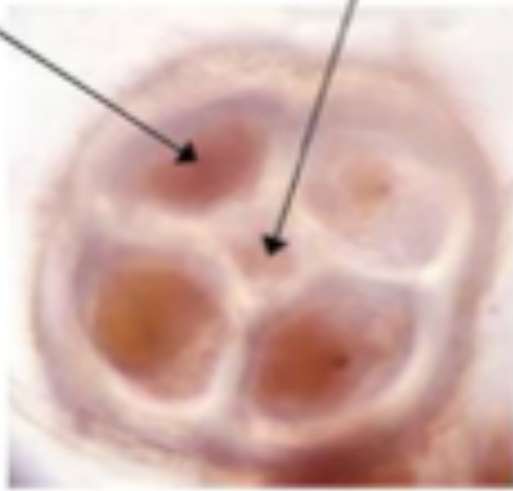
Initiale  
apicale  
(floue)

Axe  
central



Cellules  
périphériques

Un  
article



Cellule  
centrale

Coupe transversale

FUCUS, ALGUE BRUNE PLURICELLULAIRE, THALLE RAMIFIE COMPLEXE , plusieurs cm

STRAMÉNOPILE = HÉTÉROCONTE



ramifications  
dichotomiques

renflements  
terminaux  
(pelotes sexuées)

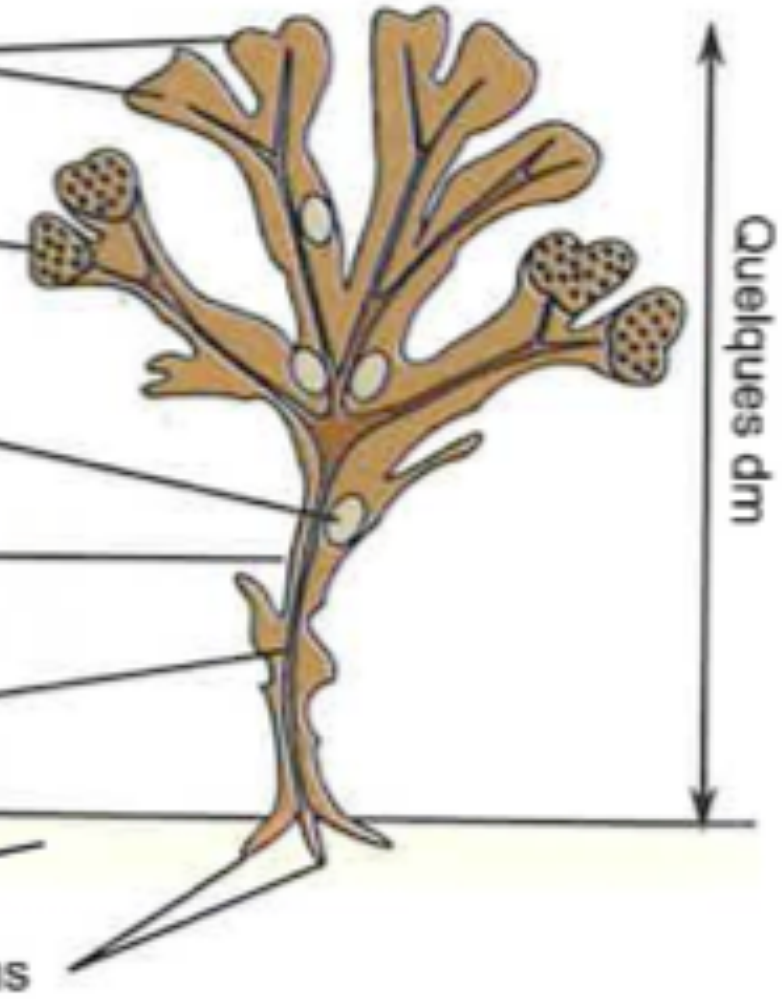
aérocyste  
(flotteur)

lame aplatie

épaississement  
médian  
(pseudo-nervure)

substrat

crampons



Quelques dm

Le tableau suivant présente la diversité des types de plastes existant chez un certain nombre d'espèces photosynthétiques

taxon	nombre de membranes	types de pigments	nucléomorphe
Cyanobactéries	1 (mb plasmique)	chlorophylle a et phycobilliprotéines	non
Embryophytes	2	chlorophylles a et b	non
Algues vertes	2	chlorophylles a et b	non
Algues rouges	2	chlorophylle a et phycobilliprotéines	non
Algues brunes	4	chlorophylle a et c	non
Diatomées	4	chlorophylle a et c	non
Euglènes	3	chlorophylles a et b	non
Haptophytes	4	chlorophylle a et c	non
certaines Dinophytes	5	chlorophylle a et c	oui/non (selon espèces)

Phylogénie des eucaryotes, sur laquelle diverses informations sont ajoutées : nombre d'endosymbioses à l'origine des plastes, types de pigments dans les plastes.

Doc 14 : Une phylogénie des eucaryotes.

On y a représenté en particulier les groupes présentant des plastes (ceux comportant des astérisques).

Violet : plastes à chlorophylle a seulement

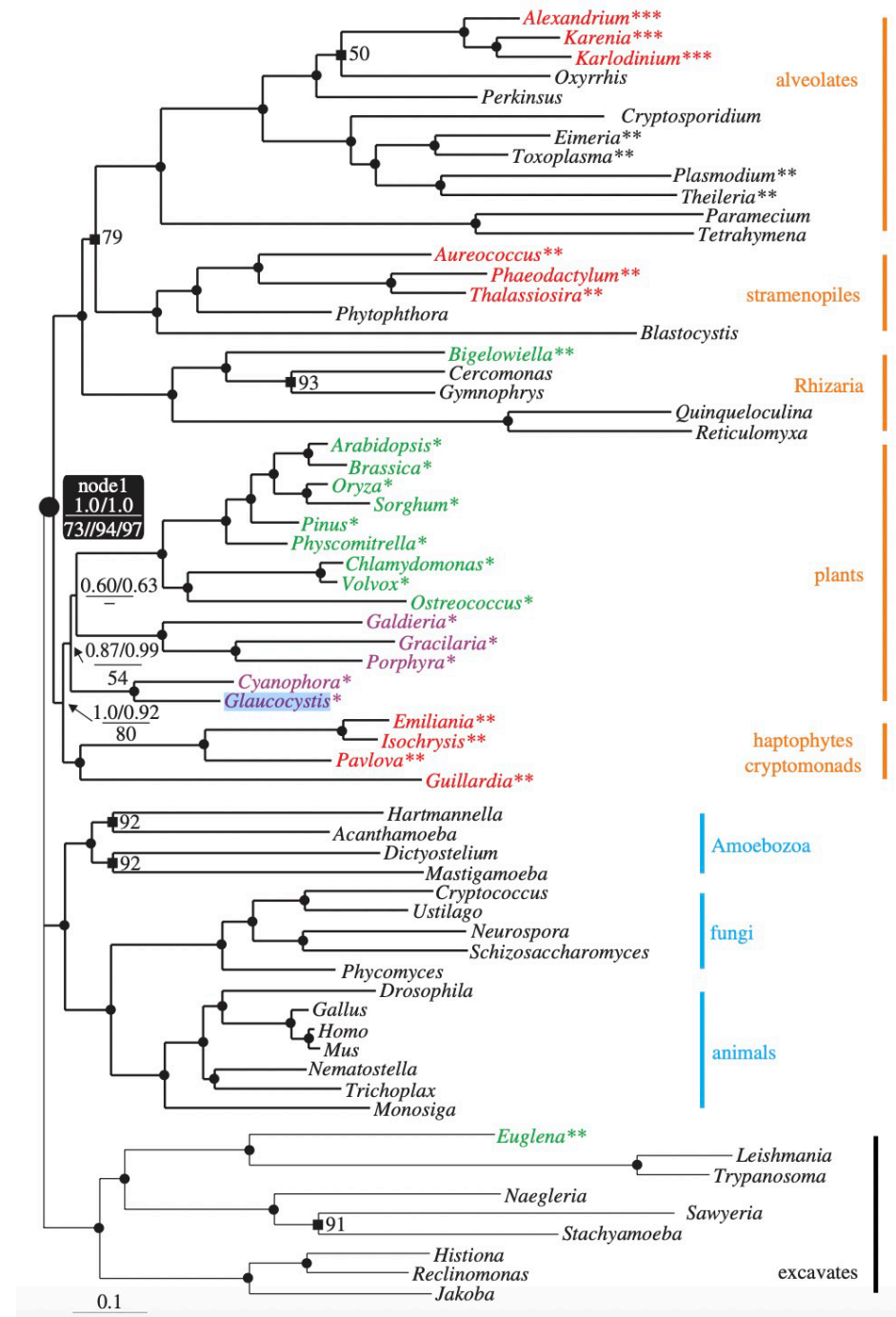
; Rouge : plastes à chlorophylle a et c ;

Vert : plastes à chlorophylle a et b ;

Noir : plastes sans pigments.

Le nombre d'astérisque indique le nombre d'endosymbioses.

Les nœuds pour lesquels le bootstrap est supérieur de 100 sont représentés par un cercle noir.



**Commentez cet arbre phylogénétique** de façon à expliquer l'origine des plastes des différents groupes d'Eucaryotes.

Pistes :

On pourra commencer par identifier les groupes monophylétiques, de façon à reconnaître des clades connus.

On pourra placer sur les branches de l'arbre les différentes possibilités d'événement d'acquisition ou de perte de plastes (endosymbiose primaire, secondaire, tertiaire

# Doc 14 : Une phylogénie des eucaryotes.

On y a représenté en particulier les groupes présentant des plastes (ceux comportant des astérisques).

Violet : plastes à chlorophylle a seulement

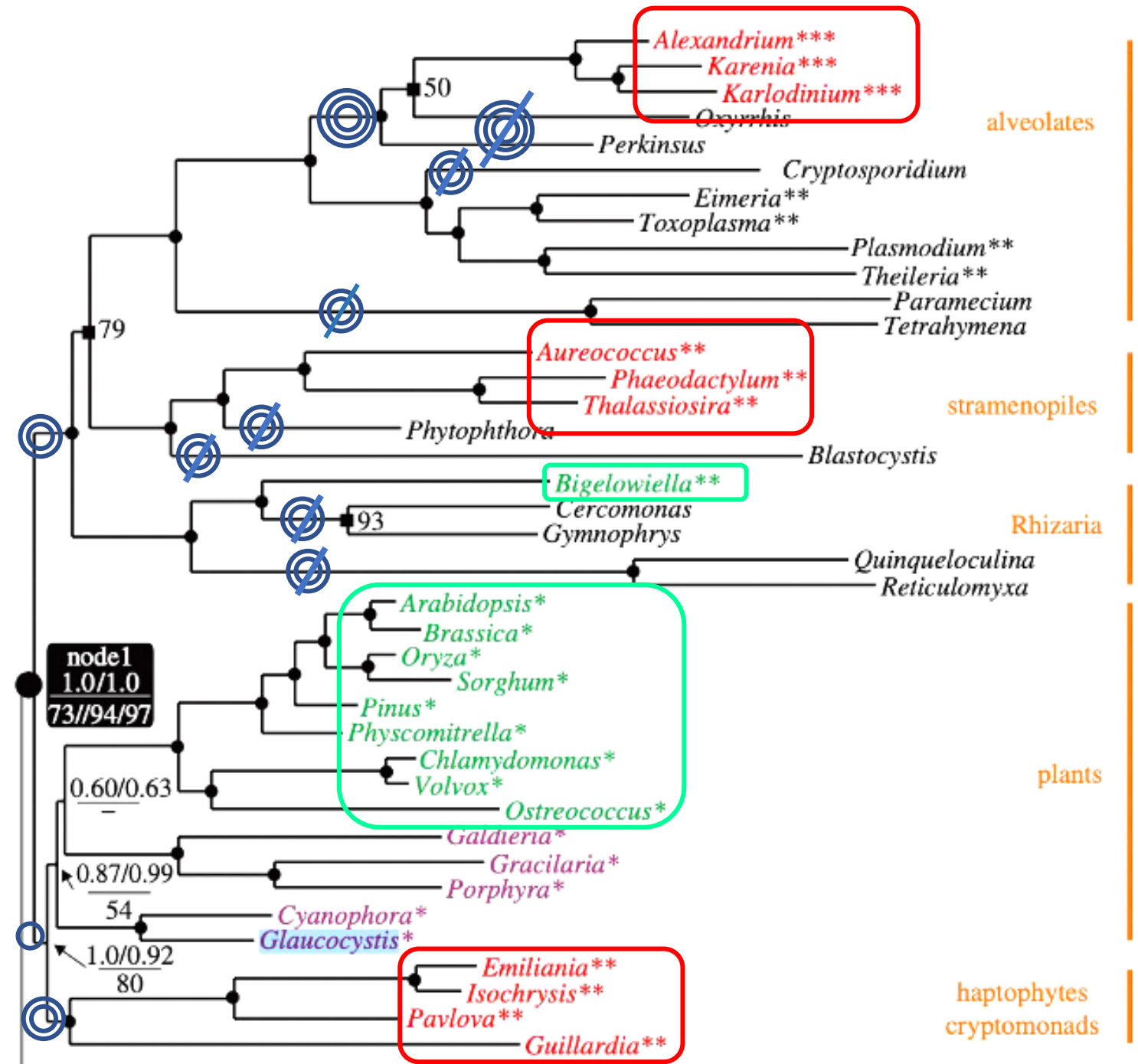
Rouge : plastes à chlorophylle a et c ;

Vert : plastes à chlorophylle a et b ;

Noir : plastes sans pigments.

Le nombre d'astérisque indique le nombre d'endosymbioses.

Les nœuds pour lesquels le bootstrap est supérieur de 100 sont représentés par un cercle noir.



Doc 14 : Une phylogénie des eucaryotes.

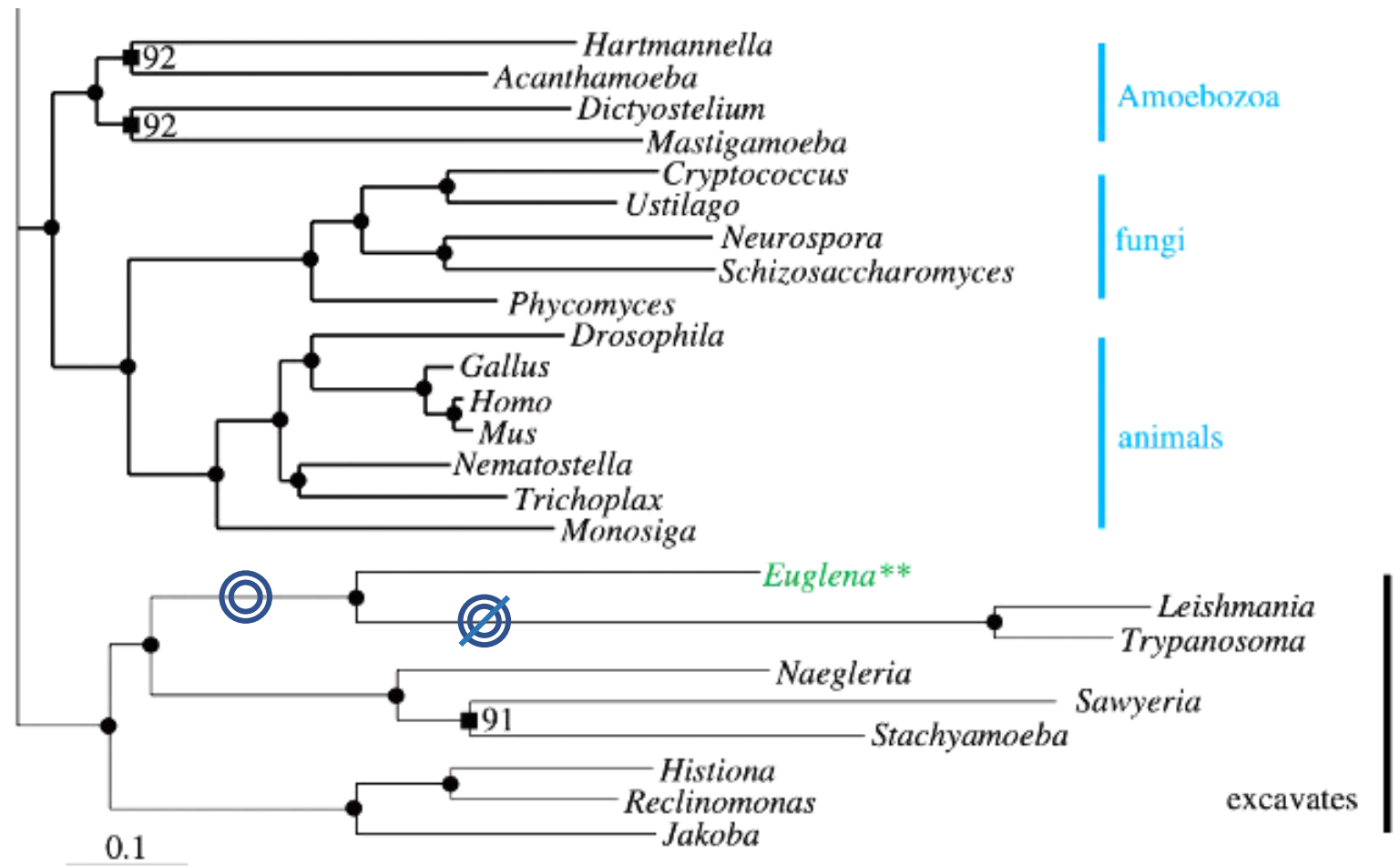
On y a représenté en particulier les groupes présentant des plastes (ceux comportant des astérisques).

Vert : plastes à chlorophylle a et b ;

Noir : plastes sans pigments.

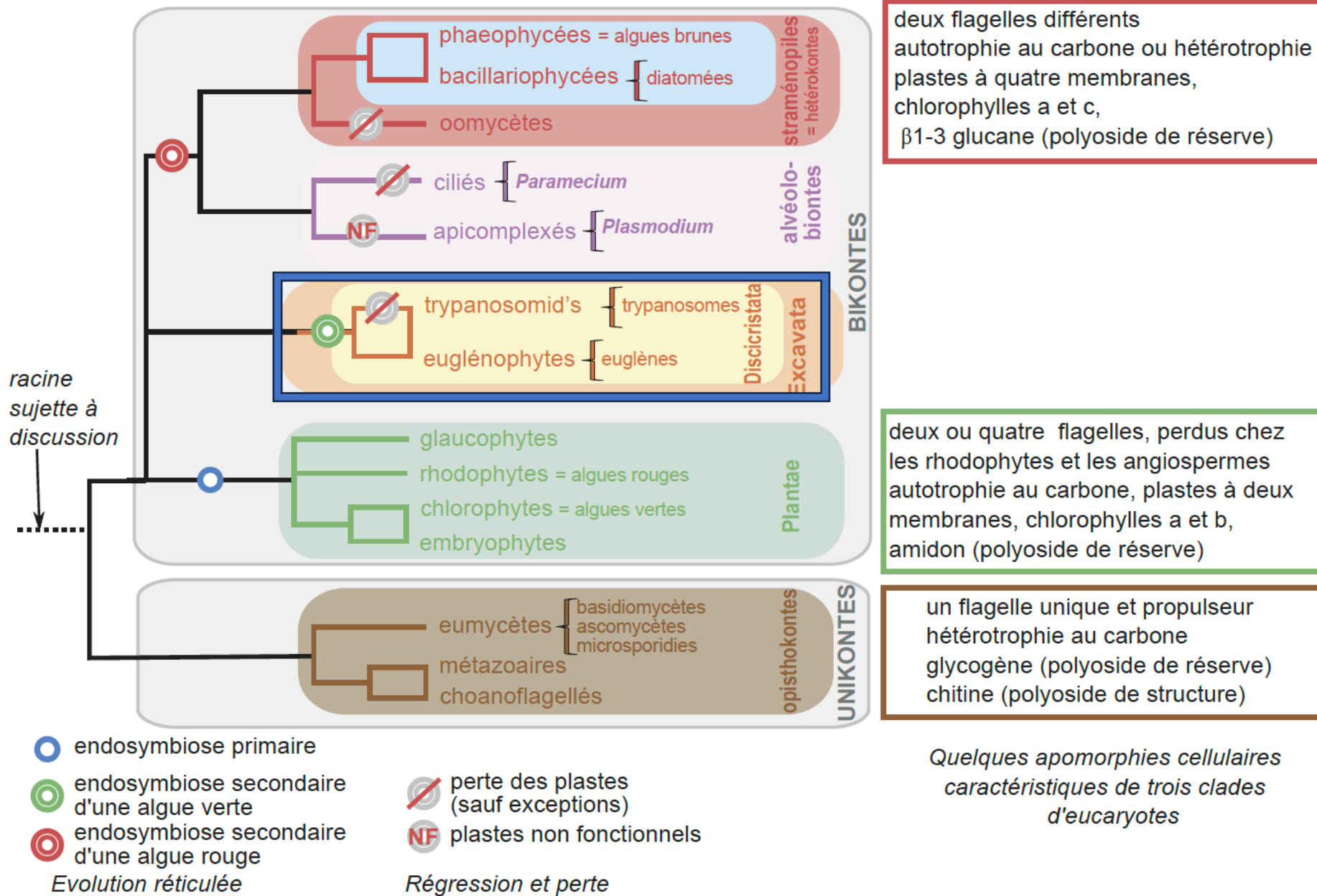
Le nombre d'astérisque indique le nombre d'endosymbioses.

Les nœuds pour lesquels le bootstrap est supérieur de 100 sont représentés par un cercle noir.





# Arbre simplifié des eucaryotes (modifié d'après Burki et coll, 2012, Pawlowski, 2013)



## Les grandes lignées eucaryotes

<p><b>Opisthochontes</b> (opistho = derrière, chonte = flagelle) <b>Groupe monophylétique</b>, frère des Amoebozoaires, avec lequel il partage des synapomorphies : flagelle unique propulseur (<b>puiselle</b>), <b>mitochondries à crêtes aplaties</b>, <b>glycogène et chitine</b> Généralement <b>hétérotrophes</b></p> <p><b>Unikontes</b></p>	<p><b>Métazoaires</b> Collagène dans la MEC Fibronectines, intégrines. Desmosomes Centriole La méiose donne directement les gamètes, l'ovogenèse donne un seul gamète</p> <p><b>Eumycètes : champignons</b> Phylogénie moléculaire basée sur ARNr 18S Voie métabolique de biosynthèse de la lysine totalement originale Osmotrophes (nutrition à partir de substances dissoutes)</p>
<p><b>Bikontes</b></p> <p><b>Plantae ou Archaeplastidia ou « lignée verte »</b> <b>Groupe monophylétique</b> : <b>plaste à deux membranes</b> contenant <b>Chlorophylle a et b</b> Amidon stocké hors du chloroplaste Les deux su de la rubisco codées par des gènes chloroplastiques</p>	<p><b>Algues rouges : rhodobiontes</b> Perte des centrioles. <b>Membrane nucléaire persiste pendant la mitose</b> <b>Phycobilosomes</b> : contiennent phycoérythrine et phycocyanine. ADN chloroP non circulaire Amidon floridéen sur chloroplaste : pyrénoides</p> <p><b>Chlorobionte</b></p> <p>ChloroP verts : pas de pigments accessoires venant les masquer. Groupement des thylak Pyrénoïde dans le chloroplaste</p> <p>Le gène codant pour la petite su de la rubisco transféré au noyau Ulvophytes : Ulve. Acetabularia. Caulerpa.</p> <p>Chlamydomonas. Caractères basés sur flagelle. <u>Embryophytes</u></p>

<p><b>Hétérochontes ou straménopiles</b> Appareil cinétique à 2 flagelles dissemblables Réticulum périplastidial. Ni amidon, ni glycogène mais <math>\beta</math> 1-3 glucane comme molécule de réserve 4 membranes au chloroplaste : endosymbiose secondaire : endocytose d'une rhodophyte unicellulaire possédant déjà un chloroplaste.</p>	<p><b>Phaeophycées = algues brunes</b> Fucus, laminaire <b>Bascillariophycées</b> Diatomées : parois siliceuses ; Centriques ou pennées. <b>Oomycètes</b> perte du chloroplaste : mildiou de la vigne. <b>Haptophytes : Coccolithophoridés</b> La cellule porte une expansion filamenteuse appelé haptotème Surface cellulaire recouverte d'écailles calcifiées</p>
<p><b>Alvéobiontes</b> <b>Groupe monophylétique</b> (nombreuses vésicules sous-membranaires ). Perte secondaire des plastes, gènes plastidiaux nucléaires (ciliés)</p>	<p><b>Ciliés</b> : Paramécie. Stentor. <b>Dinophytes</b> : unicellulaires biflagellés : exple : Peridinium.. <b>Sporozoaires</b> (apicomplexés) : Tous parasites, forment des spores. Exple : plasmodium</p>
<p><b>Rhizarias</b> Unicellulaires amoéboïdes et/ou flagellés à pseudopodes allongés . Certains sont photosynthétiques.</p>	<p><b>Actinopodes : Radiolaires</b> Cellule hérissée d'axopodes et de spicules recouverts par du cytoplasme. Axonème constitué de microtubules. <b>Foraminifères</b> Filipodes Test calcaire. <b>Rhizopodes</b> : Amibe</p>
<p><b>Excavatas</b> <b>Groupe monophylétique</b> : mitochondries à crêtes discoïdes et épiplasme (cytosquelette sous-membranaire)</p>	<p><b>Discicristés</b> <b>Euglénobiontes</b> : Euglènes <b>Trypanosomidés</b> : trypanosome <b>Parabasalia</b> : Trichomonas</p>

Hétérotrophie probablement primitive chez les eucaryotes et constitue la règle chez les unicontes.

Chez les bicontes, l'apparition de l'autotrophie a suivi des voies multiples liées aux différents types d'endosymbiose.

Réduction secondaire ou disparition des plastes est un événement récurrent dans le clade des alvéolobiontes.

Cette évolution régressive, s'accompagne généralement d'une perte de l'autotrophie.

**Bilan :** Gains et pertes des plastes sont des événements récurrents, indépendants, qui soulignent l'absence d'orientation des mécanismes évolutifs.